

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関
国際事務局(43)国際公開日
2004年6月24日 (24.06.2004)

PCT

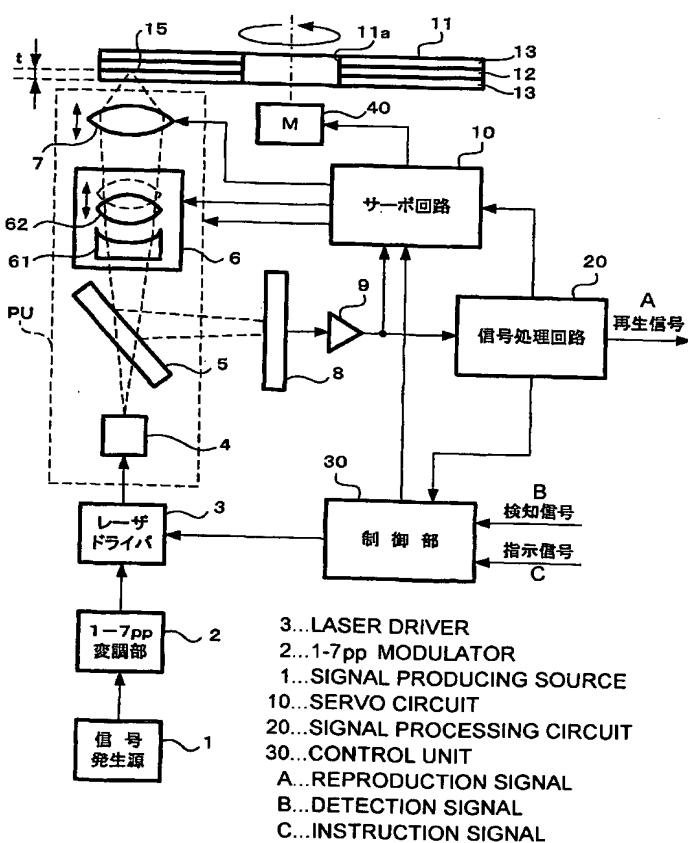
(10)国際公開番号
WO 2004/053856 A1

- (51) 国際特許分類: G11B 7/125
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/015469
- (22) 国際出願日: 2003年12月3日 (03.12.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2002-357947
2002年12月10日 (10.12.2002) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日本ビクター株式会社 (VICTOR COMPANY OF JAPAN,
- LIMITED) [JP/JP]; 〒221-8528 神奈川県 横浜市 神奈川区守屋町3丁目12番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 戸波淳一郎 (TONAMI,Junichiro) [JP/JP]; 〒240-0067 神奈川県 横浜市 保土ヶ谷区常盤台86-1-1020 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 三好秀和 (MIYOSHI,Hidekazu); 〒105-0001 東京都港区虎ノ門一丁目2番3号 虎ノ門第一ビル9階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,

(続葉有)

(54) Title: OPTICAL DISK UNIT AND ABERRATION CORRECTING METHOD USED FOR THIS

(54) 発明の名称: 光ディスク装置及びこれに用いる収差補正方法



WO 2004/053856 A1

て特定部分の第1の振幅値と第2の振幅値を求め、第1の振幅値と第2の振幅値との差が0に近付くよう収差補正部6を制御する。

(57) Abstract: An optical disk unit and an aberration correcting method used for this, which require no specific pattern for correcting a spherical aberration. With an object lens (7) moved a specified distance in a first direction on an optical axis direction from a focal point position and moved the same specified distance in a second direction opposite to the first direction, a random signal, recorded in an arbitrary region on the information recording layer (12) of an optical disk (11) and having a plurality of amplitudes and a plurality of frequencies, is reproduced. A servo circuit (10) extracts, with the object lens held in respective conditions, a specific portion that is a specific amplitude or frequency portion to determine the first and second amplitudes of the specific portion, and controls an aberration correcting unit (6) so that the difference between the first and second amplitudes approaches zero.

(57) 要約: 球面収差を補正するための特定パターンを用意する必要がない光ディスク装置及びこれに用いる収差補正方法を提供する。対物レンズ7を合焦点位置から光軸方向の第1の方向に所定量だけ移動させた状態と、第1の方向とは反対側の第2の方向に同じ所定量だけ移動させた状態とで、光ディスク11の情報記録層12の任意の領域に記録された複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生する。サーボ回路10は、それぞれの状態で特定の振幅または周期部分である特定部分を抽出し



MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,

添付公開書類:

- 國際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

光ディスク装置及びこれに用いる収差補正方法

5 技術分野

本発明は、光ディスクに対して情報を記録しまたは再生する光ディスク装置及びこれに用いる収差補正方法に係り、特に、光ディスクの透明基板の厚さが規格値からはずれていることに起因して生じるレーザ光の集光スポットの球面収差を補正して、適正な集光スポットによって記録または再生を行うことができる光ディスク装置及びこれに用いる収差補正方法に関する。

背景技術

近年、高密度な情報記録媒体としてCD (Compact disk) やDVD (Digital versatile disk) 等の多種多様な光ディスクが実用化されている。光ディスクに対する情報の記録・再生は、光ディスク装置の光学系によって光ディスクの情報記録層にレーザ光の微小な集光スポットを照射することにより行われる。

具体的には、図1に示すように、光ディスク11はその盤面に沿って情報記録層12が形成されており、情報記録層12が透明基板13で覆われた構造になっている。情報記録層12にはマイクロメータオーダの記録ピットで同心円状またはスペイサル状に情報が書き込まれる。透明基板13はポリカーボネイト等の透明な樹脂で形成されており、情報記録層12を保護すると共に、光ディスク11自体に機械的強度を持たせる役割を果たす。そして、光ディスク装置は記録・再生用のレーザ光を導光系で光ディスク11の近傍まで導き、最終段の集光光学系である対物レンズ(集光レンズ)14によって情報記録層12の表面に集光スポット15を形成する。

図1に示す光ディスク11は両面記録の光ディスクであり、情報記録層12の表裏面を透明基板13で覆った構成であるが、片面記録の光ディスクの場合には記録面側の片面のみに透明基板を施すようにしてもよい。

ところで、最近では、光ディスクの大容量化とそれに伴う高密度化が進んでおり、

5 集光スポット15を形成するための対物レンズ14の開口数は益々大きくなる傾向にある。従来のCDに対応する対物レンズの開口数が0.45であったのに対して、高密度記録が可能なDVDに対応する対物レンズの開口数は0.6であり、さらに0.8以上の開口数の対物レンズを用いることも検討されている。

このような状況において、光ディスク11における透明基板13の厚さ t の精度10 は、情報の記録・再生において極めて重要な意義を有する。即ち、透明基板13は一定の屈折率を有し、対物レンズ14で集光スポット15を形成する場合に、透明基板13の厚さ t が許容値からずれないと集光スポット15で球面収差が発生する。特に、対物レンズ14の開口数が大きくなると球面収差はより大きくなり、記録・再生の際にエラーが発生する可能性が高くなってしまう。例えば、対物レンズ15 の開口数が0.85であると、一般的な光ディスク11では透明基板13の厚さ t の誤差許容値は数 μm 以下になるとされている。このような精度を確保することは、現状の光ディスク製造技術をもってしてもかなり困難である。

図2A、図2Bは、焦点ずれ量に対する集光スポット15の光軸を中心とした光強度分布の変化を示している。一点鎖線はレーザ光の光軸である。図2Aは透明基板13の厚さ t のずれが許容値内である場合、図2Bは透明基板13の厚さ t のずれが許容値を超えた場合である。図2Aに示すように、透明基板13の厚さ t のずれが許容値内の場合は、集光スポット15の光強度分布は合焦点の前後でほぼ対称な関係でビーム径が変化する。

これに対し、図2Bに示すように、透明基板13の厚さ t のずれが許容値を超えると、光軸を中心とした同心円状の波面変動となる球面収差が発生し、焦点ずれに

対する集光スポット 15 の光強度分布が合焦点の前後で非対称に変化する。この場合の光強度分布は、焦点ずれ量に対してサイドロープが大きくなったり、ビーム径が大きくなったりして、不規則な変化を呈する傾向にある。

従って、光ディスク装置においては、透明基板 13 の厚さ t が許容値を超えるよ
5 うな場合に、何らかの方法で集光スポット 15 の球面収差を補正して、常に適正な
集光スポット 15 によって記録・再生を行うようにする必要がある。この光ディス
ク 11 の透明基板 13 の厚さ t が規格値からはずれていることに起因して生じるレー
ザ光の集光スポット 15 の球面収差を補正する従来の補正方法としては、特開 20
02-150569 号公報（以下、特許文献 1 という。）に記載のものがある。

10 特許文献 1 には以下のような球面収差補正方法が記載されている。光ディスク 1
1 のリードイン領域（図示せず）に図 3A に示す周期の異なる 2 種類のピット列 1
07, 108 を交互に配置した特定パターンを形成する。図 3A に示す例では、ピッ
ト列 107 の周期がピット列 108 の周期よりも長い。ピット列 107, 108 の再
生信号は図 3B に示すような信号波形となり、ピット列 107 の再生部分では振幅
15 は大きく、ピット列 108 の再生部分では振幅は小さくなる。

そして、特許文献 1 には、集光スポット 15 の焦点を順次ずらしながら、図 4A,
図 4B に示すような焦点のずれ量に対する振幅の変化を表す特性を求ることによ
って、球面収差を補正することが記載されている。

20 図 4A は透明基板 13 の厚さ t のずれが許容値内である場合に得られる特性、図
4B は透明基板 13 の厚さ t のずれが許容値を超えた場合に得られる特性を示して
いる。図 4A, 図 4B において、実線は長周期のピット列 107 の再生信号におけ
る振幅変化、破線は短周期のピット列 108 の再生信号における振幅変化を示して
いる。

25 球面収差がほとんど生じていない図 4A の場合には、集光スポット 15 から得ら
れる再生信号の振幅は合焦点の前後（図では左右）でほぼ対称になるのに対し、球

面収差が生じている図4Bの場合には、再生信号の振幅は合焦点の前後で非対称となる。

図4Bにおいて、実線にて示す長周期のピット列107の再生信号と破線にて示す短周期のピット列108の再生信号それぞれの最大振幅(max)を与える焦点ずれ量(フォーカスオフセット量)fo1, fo2は、透明基板13の厚さtが許容値を超えた誤差分によって発生した球面収差に対応して発生するものである。透明基板13の厚さtが許容値よりも厚い場合と薄い場合とで、再生信号の最大振幅を与える焦点ずれ量fo1, fo2の符号が反転する。従って、球面収差の程度だけでなく、収差の方向も判別することができる。図4Bに示す収差を+方向の収差とすることとする。

そこで、焦点ずれ量fo1, fo2がなくなるように(最小となるように)光学系を制御すれば、球面収差を補正して適正な集光スポット15を得ることができる。以上が特許文献1に記載されている球面収差補正方法である。

発明の開示

以上説明した特許文献1に記載の球面収差補正方法では、図3Aに示すような長周期のピット列107と短周期のピット列108を光ディスク11に予め記録しておかなければならない。従って、既に規格化されている読み取り専用の光ディスク(ROM型ディスク)に対してはその方法を用いることができない。書き込み型または書き換え型の光ディスク(R, RW, RAM型ディスク)の場合には、光ディスク装置が予め長周期のピット列107と短周期のピット列108を形成するための情報信号を発生する発生源を備えなければならない。

さらに、特許文献1に記載の球面収差補正方法では、前述のように、集光スポット15の焦点を順次ずらして再生信号の最大振幅を与える焦点ずれ量fo1, fo2を求めなければならないので、球面収差の検出及び補正にかなりの時間を要してしまう。

本発明はこのような問題点に鑑みなされたものであり、球面収差を補正するため

の特定パターンを用意する必要がない光ディスク装置及びこれに用いる収差補正方法を提供することを目的とする。また、読み取り専用の光ディスク及び書き込み型または書き換え型の光ディスクのいずれであっても球面収差を補正することができる光ディスク装置及びこれに用いる収差補正方法を提供することを目的とする。さらに、球面収差を短時間で補正することができる光ディスク装置及びこれに用いる収差補正方法を提供することを目的とする。

本発明は、上述した従来の技術の課題を解決するため、光ディスクの情報記録層に記録された情報を再生する再生手段を備える光ディスク装置において、レーザ光源と、前記レーザ光源から発せられるレーザ光の発散または収束角度を調整することにより球面収差を補正する収差補正部と、前記レーザ光を集光させて前記情報記録層上に集光スポットを形成する対物レンズと、前記対物レンズを前記レーザ光の光軸方向に移動させる移動機構を有し、前記集光スポットを前記情報記録層上で合焦させるよう前記対物レンズを移動させるフォーカス制御部と、前記対物レンズを前記フォーカス制御部によって合焦点位置から第1の方向に所定量だけ移動させた状態で、前記再生手段によって前記情報記録層の任意の領域に記録された複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生し、このランダム信号の再生信号またはその補間信号における特定の振幅または周期部分である特定部分を抽出して前記特定部分の第1の振幅値を求めると共に、前記対物レンズを前記フォーカス制御部によって合焦点位置から前記第1の方向とは反対側の第2の方向に前記所定量だけ移動させた状態で、前記再生手段によって前記情報記録層の任意の領域に記録された複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生し、このランダム信号の再生信号またはその補間信号における特定の振幅または周期部分である特定部分を抽出して前記特定部分の第2の振幅値を求める検出手段と、前記第1の振幅値と前記第2の振幅値との差が0に近付くよう前記収差補正部を制御する制御手段とを備えて構成したことを特徴とする光ディスク装置を提供する。

ここで、前記情報記録層に前記検出手段にて再生すべきランダム信号が記録されているか否かを判定する判定手段と、前記判定手段により前記情報記録層に前記検出手段にて再生すべきランダム信号が記録されていないと判定されたとき、前記情報記録層の任意の領域に複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を記録する記録手段とをさらに備えて構成することが好ましい。

前記任意の領域はO P C領域であることが好ましい。

前記検出手段の好適な例は、前記特定部分をエンベロープ検波して前記第1及び第2の振幅値を求めるエンベロープ検波部である。

さらに、光ディスクの情報記録層に記録された情報を再生する再生手段を備える光ディスク装置において、レーザ光源と、前記レーザ光源から発せられるレーザ光の発散または収束角度を調整することにより球面収差を補正する収差補正部と、前記レーザ光を集光させて前記情報記録層上に集光スポットを形成する対物レンズと、前記対物レンズを前記レーザ光の光軸方向に移動させる移動機構を有し、前記集光スポットを前記情報記録層上で合焦させるよう前記対物レンズを移動させるフォーカス制御部と、前記対物レンズを前記フォーカス制御部によって合焦点位置から第1の方向に所定量だけ移動させた状態で、前記再生手段によって前記情報記録層の任意の領域に記録された複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生し、このランダム信号の再生信号またはその補間信号における第1の特定の振幅または周期部分である第1の特定部分と第2の特定の振幅または周期部分である第2の特定部分とを抽出して、前記第1の特定部分の振幅値と前記第2の特定部分の振幅値との第1の差分値を求めると共に、前記対物レンズを前記フォーカス制御部によって合焦点位置から前記第1の方向とは反対側の第2の方向に前記所定量だけ移動させた状態で、前記再生手段によって前記情報記録層の任意の領域に記録された複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生し、このランダム信号の再生信号またはその補間信号における第3の特定の振幅または周期部分である第3の特定

部分と第4の特定の振幅または周期部分である第4の特定部分とを抽出して、前記第3の特定部分の振幅値と前記第4の特定部分の振幅値との第2の差分値を求める検出手段と、前記第1の差分値と前記第2の差分値との差が0に近付くよう前記収差補正部を制御する制御手段とを備えて構成したことを特徴とする光ディスク装置

5 を提供する。

ここで、前記情報記録層に前記検出手段にて再生すべきランダム信号が記録されているか否かを判定する判定手段と、前記判定手段により前記情報記録層に前記検出手段にて再生すべきランダム信号が記録されていないと判定されたとき、前記情報記録層の任意の領域に複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を記録する記録手段とをさらに備えることが好ましい。

10 前記任意の領域はO P C領域であることが好ましい。

前記検出手段の好適な例は、前記ランダム信号の再生信号またはその補間信号と予め設定されたゼロレベルとが交差するゼロクロスポイントを検出するゼロクロス検出手段と、隣接する2つのゼロクロスポイント間の時間間隔を検出する時間間隔

15 検出手段と、前記時間間隔検出手段によって検出された時間間隔に基づいて前記第1～第4の特定部分を抽出する抽出手段とを備えることである。

前記検出手段の他の好適な例は、前記ランダム信号の再生信号またはその補間信号と予め設定されたゼロレベルとが交差するゼロクロスポイントを検出するゼロクロス検出手段と、前記ゼロクロス検出手段によって検出されたゼロクロスポイントと前記ランダム信号の再生信号またはその補間信号とを用い、ランレンジス制限とパーシャルレスポンス特性で定められる状態遷移に基づいて前記ランダム信号の再生信号またはその補間信号それぞれのサンプリングポイントに対する目標値を決定するパーシャルレスポンス判別手段と、前記パーシャルレスポンス判別手段によつて決定された目標値に基づいて前記第1～第4の特定部分を抽出する抽出手段とを備えることである。

25

さらに、光ディスクの情報記録層に記録された情報を再生する再生手段を備える光ディスク装置において、レーザ光源と、前記レーザ光源から発せられるレーザ光の発散または収束角度を調整することにより球面収差を補正する収差補正部と、前記レーザ光を集光させて前記情報記録層上に集光スポットを形成する対物レンズと、

- 5 前記対物レンズを前記レーザ光の光軸方向に移動させる移動機構を有し、前記集光スポットを前記情報記録層上で合焦させるよう前記対物レンズを移動させるフォーカス制御部と、前記情報記録層に記録された記録情報を前記再生手段によって再生した再生信号に対してブースト量を設定して波形等化する波形等化部と、前記対物レンズを前記フォーカス制御部によって合焦点位置から第1の方向に所定量だけ移動させた状態で、前記再生手段によって前記情報記録層の任意の領域に記録された複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生した際の前記波形等化部における第1のブースト量を検出すると共に、前記対物レンズを前記フォーカス制御部によって合焦点位置から前記第1の方向とは反対側の第2の方向に前記所定量だけ移動させた状態で、前記再生手段によって前記情報記録層の任意の領域に記録された複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生した際の前記波形等化部における第2のブースト量を検出する検出手段と、前記第1のブースト量と前記第2のブースト量との差が0に近付くよう前記収差補正部を制御する制御手段とを備えて構成したことを特徴とする光ディスク装置を提供する。
- 10
- 15

- またさらに、光ディスク装置に用いる収差補正方法において、光ディスクの情報記録層の任意の領域に記録された複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生する再生ステップと、レーザ光源から発せられるレーザ光を前記情報記録層上に集光させて集光スポットを形成する対物レンズを光軸方向に移動させて、前記集光スポットを前記情報記録層上で合焦させる合焦ステップと、前記対物レンズを前記合焦ステップにて合焦させた合焦点位置から光軸方向の第1の方向に所定量だけ移動させた状態で前記ランダム信号を再生し、このランダム信号の再生信号また
- 20
 - 25

はその補間信号における特定の振幅または周期部分である特定部分を抽出して前記特定部分の第1の振幅値を求める第1の検出ステップと、前記対物レンズを前記合焦ステップにて合焦させた合焦点位置から前記第1の方向とは反対側の第2の方向に前記所定量だけ移動させた状態で前記ランダム信号を再生し、このランダム信号

- 5 の再生信号またはその補間信号における特定の振幅または周期部分である特定部分を抽出して前記特定部分の第2の振幅値を求める第2の検出ステップと、前記第1の振幅値と前記第2の振幅値との差が0に近付くよう、前記レーザ光の発散または収束角度を調整することにより球面収差を補正する収差補正部を制御する制御ステップとを含むことを特徴とする光ディスク装置に用いる収差補正方法を提供する。

- 10 ここで、前記再生ステップの前段に、前記情報記録層に前記第1及び第2の検出ステップにて再生すべきランダム信号が記録されているか否かを判定する判定ステップと、前記判定ステップにより前記情報記録層に前記第1及び第2の検出ステップにて再生すべきランダム信号が記録されていないと判定されたとき、前記情報記録層の任意の領域に複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を記録する記
15 録ステップとを含むことが好ましい。

前記任意の領域はO P C領域であることが好ましい。

前記第1及び第2の検出ステップの好適な例は、前記特定部分をエンベロープ検波して前記第1及び第2の振幅値を求めるエンベロープ検波ステップである。

- さらに、光ディスク装置に用いる収差補正方法において、光ディスクの情報記録層の任意の領域に記録された複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生する再生ステップと、レーザ光源から発せられるレーザ光を前記情報記録層上に集光させて集光スポットを形成する対物レンズを光軸方向に移動させて、前記集光スポットを前記情報記録層上で合焦させる合焦ステップと、前記対物レンズを前記合焦ステップにて合焦させた合焦点位置から光軸方向の第1の方向に所定量だけ移動させた状態で前記ランダム信号を再生し、このランダム信号の再生信号またはそ
20
25

の補間信号における第1の特定の振幅または周期部分である第1の特定部分と第2の特定の振幅または周期部分である第2の特定部分とを抽出して、前記第1の特定部分の振幅値と前記第2の特定部分の振幅値との第1の差分値を求める第1の検出ステップと、前記対物レンズを前記合焦ステップにて合焦させた合焦点位置から前記第1の方向とは反対側の第2の方向に前記所定量だけ移動させた状態で前記ランダム信号を再生し、このランダム信号の再生信号またはその補間信号における第3の特定の振幅または周期部分である第3の特定部分と第4の特定の振幅または周期部分である第4の特定部分とを抽出して、前記第3の特定部分の振幅値と前記第4の特定部分の振幅値との第2の差分値を求める第2の検出ステップと、前記第1の

- 5 差分値と前記第2の差分値との差が0に近付くよう、前記レーザ光の発散または収束角度を調整することにより球面収差を補正する収差補正部を制御する制御ステップとを含むことを特徴とする光ディスク装置に用いる収差補正方法を提供する。
- 10 ここで、前記再生ステップの前段に、前記情報記録層に前記第1及び第2の検出ステップにて再生すべきランダム信号が記録されているか否かを判定する判定ステップと、前記判定ステップにより前記情報記録層に前記第1及び第2の検出ステップにて再生すべきランダム信号が記録されていないと判定されたとき、前記情報記録層の任意の領域に複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を記録する記録ステップとを含むことが好ましい。

前記任意の領域はOPC領域であることが好ましい。

- 15 前記第1及び第2の検出ステップの好適な例は、前記ランダム信号の再生信号またはその補間信号と予め設定されたゼロレベルとが交差するゼロクロスポイントを検出するゼロクロス検出ステップと、隣接する2つのゼロクロスポイント間の時間間隔を検出する時間間隔検出ステップと、前記時間間隔検出ステップにて検出された時間間隔に基づいて前記第1～第4の特定部分を抽出する抽出ステップとを含む
- 20 ことである。

前記第1及び第2の検出ステップの他の好適な例は、前記ランダム信号の再生信号またはその補間信号と予め設定されたゼロレベルとが交差するゼロクロスポイントを検出するゼロクロス検出ステップと、前記ゼロクロス検出ステップにて検出されたゼロクロスポイントと前記ランダム信号の再生信号またはその補間信号とを用

5 い、レンジングス制限とパーシャルレスポンス特性で定められる状態遷移に基づいて前記ランダム信号の再生信号またはその補間信号それぞれのサンプリングポイントに対する目標値を決定するパーシャルレスポンス判別ステップと、前記パーシャルレスポンス判別ステップにて決定された目標値に基づいて前記第1～第4の特定部分を抽出する抽出ステップとを含むことである。

10 またさらに、光ディスク装置に用いる収差補正方法において、光ディスクの情報記録層の任意の領域に記録された複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生する再生ステップと、レーザ光源から発せられるレーザ光を前記情報記録層上に集光させて集光スポットを形成する対物レンズを光軸方向に移動させて、前記集光スポットを前記情報記録層上で合焦させる合焦ステップと、前記対物レンズを

15 前記合焦ステップにて合焦させた合焦点位置から光軸方向の第1の方向に所定量だけ移動させた状態で前記ランダム信号を再生する際に、前記ランダム信号の再生信号に対して第1のブースト量を設定して波形等化する第1の波形等化ステップと、前記第1の波形等化ステップにて設定した前記第1のブースト量を検出する第1の検出ステップと、前記対物レンズを前記合焦ステップにて合焦させた合焦点位置か

20 ら前記第1の方向とは反対側の第2の方向に前記所定量だけ移動させた状態で前記ランダム信号を再生する際に、前記ランダム信号の再生信号に対して第2のブースト量を設定して波形等化する第2の波形等化ステップと、前記第2の波形等化ステップにて設定した前記第2のブースト量を検出する第2の検出ステップと、前記第1のブースト量と前記第2のブースト量との差が0に近付くよう、前記レーザ光の発散または収束角度を調整することにより球面収差を補正する収差補正部を制御す

る制御ステップとを含むことを特徴とする光ディスク装置に用いる収差補正方法を提供する。

本発明の光ディスク装置及びこれに用いる収差補正方法によれば、球面収差を補正するための特定パターンを用意する必要がなく、球面収差を補正することができる。また、読み取り専用の光ディスク及び書き込み型または書き換え型の光ディスクのいずれであっても球面収差を補正することができる。さらに、球面収差を短時間で補正することができる。

図面の簡単な説明

- 10 図1は、光ディスクと集光スポットを形成する対物レンズとを示す断面図である。
- 図2Aは、焦点ずれに対する集光スポットの光軸を中心とした光強度分布の変化を示す図である。
- 図2Bは、焦点ずれに対する集光スポットの光軸を中心とした光強度分布の変化を示す図である。
- 15 図3Aは、従来例で用いる特定パターンを示す図である。
- 図3Bは、従来例で用いる特定パターンの再生信号を示す図である。
- 図4Aは、従来例において球面収差の状態に応じて得られる特性図である。
- 図4Bは、従来例において球面収差の状態に応じて得られる特性図である。
- 図5は、本発明の光ディスク装置の第1～第7実施形態の全体構成例を示すプロ
- 20 ック図である。
- 図6は、第1実施形態の詳細構成例を示すブロック図である。
- 図7は、本発明の光ディスク装置で用いる光ディスクの一例を示す平面図である。
- 図8は、第1実施形態による再生信号の一例を示す波形図である。
- 図9は、第1実施形態による収差補正方法を示すフローチャートである。
- 25 図10Aは、第1実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特性図であ

る。

図10Bは、第1実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特性図である。

図10Cは、第1実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特性図である。

図11Aは、第1実施形態による収差補正方法を説明するためのタイミングチャートである。

図11Bは、第1実施形態による収差補正方法を説明するためのタイミングチャートである。

10 図12は、第2実施形態の詳細構成例を示すブロック図である。

図13は、第2実施形態による収差補正方法を説明するための波形図である。

図14は、第2実施形態による収差補正方法を示すフローチャートである。

図15Aは、第2実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特性図である。

15 図15Bは、第2実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特性図である。

図15Cは、第2実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特性図である。

図16は、第3実施形態の詳細構成例を示すブロック図である。

20 図17は、ランレンジングス制限とペーシャルレスポンス特性で定められる状態遷移図である。

図18は、第3実施形態による収差補正方法を説明するための波形図である。

図19は、第4実施形態の詳細構成例を示すブロック図である。

図20は、図19中のDPLL部142の具体的構成例を示すブロック図である。

25 図21は、第5実施形態の詳細構成例を示すブロック図である。

図 2 2 A は、第 5 実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特性図である。

図 2 2 B は、第 5 実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特性図である。

5 図 2 2 C は、第 5 実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特性図である。

図 2 3 A は、第 5 実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特性図である。

10 図 2 3 B は、第 5 実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特性図である。

図 2 3 C は、第 5 実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特性図である。

図 2 4 は、第 6 実施形態の詳細構成例を示すブロック図である。

図 2 5 は、第 7 実施形態の詳細構成例を示すブロック図である。

15 図 2 6 は、第 7 実施形態による収差補正方法を説明するための波形図である。

図 2 7 は、図 2 5 中のクロス抽出部部 175 の具体的構成例を示すブロック図である。

図 2 8 は、第 7 実施形態による収差補正方法を説明するためのフローチャートである。

20 図 2 9 A は、第 7 実施形態による収差補正方法を説明するための波形図である。

図 2 9 B は、第 7 実施形態による収差補正方法を説明するための波形図である。

図 3 0 は、本発明の光ディスク装置の第 8 実施形態の全体構成例を示すブロック図である。

図 3 1 は、第 8 実施形態による収差補正方法を示すフローチャートである。

25 図 3 2 A は、第 8 実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特性図であ

る。

図 3 2 B は、第 8 実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特性図である。

図 3 2 C は、第 8 実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特性図である。

図 3 2 D は、第 8 実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特性図である。

図 3 2 E は、第 8 実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特性図である。

図 3 2 F は、第 8 実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特性図である。

図 3 3 A は、第 8 実施形態による収差補正方法を説明するためのタイミングチャートである。

図 3 3 B は、第 8 実施形態による収差補正方法を説明するためのタイミングチャートである。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の光ディスク装置及びこれに用いる収差補正方法について、添付図面を参照して説明する。図 5 は本発明の光ディスク装置の第 1 ~ 第 7 実施形態の全体構成例を示すブロック図、図 6 は第 1 実施形態の詳細構成例を示すブロック図、図 7 は本発明の光ディスク装置で用いる光ディスクの一例を示す平面図、図 8 は第 1 実施形態による再生信号の一例を示す波形図、図 9 は第 1 実施形態による収差補正方法を示すフローチャート、図 10 A ~ 図 10 C は第 1 実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特性図、図 11 A, 図 11 B は第 1 実施形態による収差補正方法を説明するためのタイミングチャート、図 12 は第 2 実施形態の詳細構成

例を示すブロック図、図13は第2実施形態による収差補正方法を説明するための波形図、図14は第2実施形態による収差補正方法を示すフローチャート、図15A～図15Cは第2実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特性図、図16は第3実施形態の詳細構成例を示すブロック図、図17はランレンジングス制限と5 パーシャルレスポンス特性で定められる状態遷移図、図18は第3実施形態による収差補正方法を説明するための波形図、図19は第4実施形態の詳細構成例を示すブロック図、図20は図19中のDPLL部142の具体的構成例を示すブロック図、図21は第5実施形態の詳細構成例を示すブロック図、図22A～図22C及び図23A～図23Cは第5実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特10 性図、図24は第6実施形態の詳細構成例を示すブロック図、図25は第7実施形態の詳細構成例を示すブロック図、図26は第7実施形態による収差補正方法を説明するための波形図、図27は図25中のクロス抽出部部175の具体的構成例を示すブロック図、図28は第7実施形態による収差補正方法を説明するためのフローチャート、図29A、図29Bは第7実施形態による収差補正方法を説明するた15 めの波形図、図30は本発明の光ディスク装置の第8実施形態の全体構成例を示すブロック図、図31は第8実施形態による収差補正方法を示すフローチャート、図32A～図32Fは第8実施形態において球面収差の状態に応じて得られる特性図、図33A、図33Bは第8実施形態による収差補正方法を説明するためのタイミングチャートである。

20 <第1実施形態>

図5において、信号発生源1は任意の信号を発生する。信号発生源1はバッファを内蔵してもよい。任意の信号とは、0と1よりなるデジタル信号、0または1のみよりなるデジタル信号、複数の値をランダムに発生するランダム信号等のいずれでもよい。信号発生源1が発生する任意の信号としては、光ディスク11に記録するための記録情報（映像信号や音声信号）であってもよく、また、予め固定してバ25

ツファ内に保持した値であってもよい。

信号発生源 1 より出力された任意の信号は一例として 1 – 7 p p 変調部 2 によって通常のランレンジス制限に従った複数の振幅を有するランダム信号へと変調される。 1 – 7 p p 変調部 2 に 0 または 1 のみとなるデジタル信号を入力した場合で
5 もランダム信号へと変調されて出力される。ここでは 1 – 7 p p 変調としたが、 E F Mplus 変調等の他の変調方法であってもよい。

レーザドライバ 3 は 1 – 7 p p 変調部 2 より入力されるランダム信号に従ってレーザ光源 4 を駆動して、レーザ光源 4 よりレーザ光（光ビーム）を出射させる。レーザ光源 4 から出射されたレーザ光は、ビームスプリッタ 5 と収差補正部 6 を介して対物レンズ（集光レンズ） 7 へと導かれる。収差補正部 6 は一例として凹レンズ
10 6 1 と凸レンズ 6 2 によりなり、凹レンズ 6 1 と凸レンズ 6 2 の一方または双方が光軸方向に移動自在となっている。凹レンズ 6 1 と凸レンズ 6 2 との間隔を変化させることによって、対物レンズ 7 へ入射するレーザ光の発散角度または収束角度を変化させ、集光スポット 1 5 の球面収差を補正するようになっている。

15 収差補正部 6 の構成は図示のものに限定されることはない。収差補正部 6 としては、光軸を中心とした同心円状に電極パターンを有する液晶素子で構成された可変焦点レンズを用い、電極パターンにかける電圧によって液晶素子を透過する光の位相変化量を制御するものや、2枚の凸レンズを組み合わせたもの、ホログラムレンズを用いたもの等でもよい。さらに、収差補正部 6 と対物レンズ 7 にはコリメート
20 レンズを用いることができる。コリメートレンズを光軸方向へ移動させてレーザ光の発散角度または収束角度を変化させることも可能である。

対物レンズ 7 は入射されたレーザ光を集光して、光ディスク 1 1 の情報記録層 1
2 上に集光スポット 1 5 を形成する。光ディスク 1 1 からの反射光は対物レンズ 7
及び収差補正部 6 を介してビームスプリッタ 5 に入射される。ビームスプリッタ 5
25 は入射された反射光を反射させて光検出器 8 に入射させる。ここでは一般的なビー

ムスプリッタ 5 を用いているが、偏光ビームスプリッタと 1/4 波長板とを用いて反射光を効率よく分離するようにしてもよい。

レーザ光源 4 から対物レンズ 7 までの構成要素は光ピックアップ PU として構成されており、この光ピックアップ PU は光ディスク 11 のラジアル方向に一体的に 5 移動するようになっている。

光検出器 8 はよく知られているように例えば 4 分割された光検出素子を備えている。光検出器 8 より出力される再生信号は高周波増幅器 9 によって増幅されて、サーボ回路 10 及び信号処理回路 20 に入力される。信号処理回路 20 は高周波増幅器 9 からの再生信号に対してビタビ復号等の種々の処理を施して出力する。ビタビ 10 復号は最尤復号により再生信号を 2 値化する処理であり、2 値化された再生信号は図示していない復調回路へと供給される。信号処理回路 20 によって処理された信号がサーボ回路 10 に供給されて、サーボ回路 10 内で利用されることがある。サーボ回路 10 は、対物レンズ 7 を光軸方向に移動させて集光スポット 15 のフォーカス制御を行うフォーカス制御部 10f (図 6 に図示) と、光ディスク 11 の透明 15 基板 13 の厚さ t が許容値からずれていることに起因して発生する球面収差を補正するための収差補正制御部 10a1 (図 6 に図示) とを備える。

具体的な図示を省略しているが、サーボ回路 10 は、レーザ光の光軸をラジアル方向へ微調整するトラッキング制御や、光ピックアップ PU の全体を光ディスク 1 1 のラジアル方向へ粗く移動させるトラバース制御、光ディスク 1 1 を回転させる 20 スピンドルモータ 40 のスピンドル制御も行う。なお、フォーカス制御、トラッキング制御、トラバース制御はアクチュエータを介して行われるが、図示を省略している。

制御部 30 は光ディスク装置の各部を制御するものであり、レーザドライバ 3 や 25 サーボ回路 10 を制御する。制御部 30 には、図示していないディスク載置部に光ディスク 1 1 がセットされて光ディスク装置に光ディスク 1 1 が装填されたことを

示す検知信号や、図示していない操作部によって入力された各種の指示信号（記録、再生、停止等の指示信号）が入力される。制御部30には、信号処理回路20からの再生信号も入力される。

図6を用いてフォーカス制御部10f及び収差補正制御部10a1の具体的構成について説明する。フォーカス制御部10fは、フォーカス検出部101とフォーカス調整部102とを備える。フォーカス検出部101には、4分割された光検出素子の第1の対角方向の乗算信号と第2の対角方向の乗算信号との差分信号が入力され、この差分信号に基づいてフォーカスエラー信号を発生する。フォーカス調整部102はフォーカス検出部101からのフォーカスエラー信号に応じて対物レンズ7を光軸方向に移動させて、集光スポット15を光ディスク11の情報記録層12上でフォーカスさせる。

収差補正制御部10a1は、A/D変換器111、エンベロープ検波部112、フィルタリング部113、収差調整部114を備える。A/D変換器111は高周波増幅器9からの再生信号をデジタル信号に変換する。A/D変換器111でのサンプリングに用いるクロックは、自走している固定周波数のクロック、PLL (phase locked loop) 回路を用いて再生信号のビットレートに同期させたクロックのいずれでもよい。なお、A/D変換器111に入力されるアナログ信号はビットレートに対応した情報を有している。A/D変換器111に入力する再生信号は4分割された光検出素子の合成信号である。エンベロープ検波部112は、入力されたデジタル信号のエンベロープ（ピーク・ボトム値）を検出する。フィルタリング部113は検出されたエンベロープに基づいて球面収差補正のための制御信号を生成する。収差調整部114は球面収差補正のための制御信号に基づいて収差補正部6を制御し、球面収差を補正する。

エンベロープ検波部112及びフィルタリング部113の詳細な動作については25後に詳述する。

次に、第1実施形態による球面収差の補正について詳細に説明する。図7に示すように、光ディスク11は中心部に開口11aを有し、内周側より外周側へと順に、
5 コピープロテクション等の情報を予め記憶したROM領域11b、リードイン領域
11c、映像信号や音声信号等の実データである情報信号を記録する記録領域11
d、リードアウト領域11eを有する。光ディスク11が書き込み型または書き換
え型の光ディスク(R, RW, RAM型ディスク)であれば、リードイン領域11
cにはOPC(Optimum Power Control)領域を備える。OPC領域とは、光ディス
ク11への情報信号の記録に先立ってレーザ光によって試し書きを行うことにより、
10 光ディスク11に情報信号を書き込む際のレーザ光の最適記録パワーを求めるため
の領域である。

図9に示すように、ステップS101にて光ディスク11をディスク載置部にセット
すると、ステップS102にて光ディスク11に何らかの情報が記憶されているかを判
定する。具体的には、ディスク載置部に光ディスク11がセットされたことを示す
検出信号が制御部30に供給されると、制御部30はレーザドライバ3を制御して
15 レーザ光源4より再生用のレーザ光を発生させ、リードイン領域11cの情報を読
み取る。リードイン領域11cの情報を読み取ることによって、既に何らかの記録
情報が書き込まれた光ディスク11であるか否かが分かる。何らかの記録情報とは、
後述する球面収差の補正工程にて使用できる複数の振幅及び複数の周期を有するラ
ンダム信号を意味する。

20 記録情報がなければ、ステップS103にて、制御部30は記録モードに設定する。
そして、制御部30は、ステップS104にて、レーザドライバ3を制御してレーザ光
源4より記録用のレーザ光を発生させ、光ディスク11に球面収差補正のための情
報を記録する。

このステップS104での情報の記録は、リードイン領域11cのOPC領域で行う
25 ことが好ましい。また、記録すべき情報は、通常のランレンジングス制限に従った複数

の振幅及び複数の周期を有するランダム信号である。ステップ S104 での情報の記録を O P C 領域で行うことにより、記録領域 1 1 d における情報信号（実データ）を記録する領域を狭めてしまうことはない。なお、球面収差補正のための情報を記録するのは O P C 領域の一部であり、O P C 領域に球面収差補正のための情報を記録しても O P C（最適記録パワーの検出）に影響を与えるものではない。

ステップ S104 にて光ディスク 1 1 に球面収差補正のための情報を記録したら、ステップ S105 に移る。ステップ S102 にて記録情報がある判定された場合も、ステップ S105 に移る。ステップ S105 にて、制御部 3 0 は再生モードに設定する。そして、制御部 3 0 は、レーザドライブ 3 を制御してレーザ光源 4 より再生用のレーザ光を発生させ、サーボ回路 1 0 はステップ S106 にてフォーカス調整機能を始動させる。

ステップ S107 にて記録情報の再生を開始し、サーボ回路 1 0 はステップ S108 にて対物レンズ 7 の合焦点位置を検出する。

ステップ S107 での記録情報の再生は、ステップ S104 を経由した場合にはステップ S104 にて記録した情報を再生するものであり、ステップ S104 を経由しなかった場合にはリードイン領域 1 1 c 記録されている情報または記録領域 1 1 d のいずれかに記録されている情報等の任意の情報を再生するものである。ウォブリングされたグループに記録時の回転制御情報やセクタのアドレス管理情報が記録されている場合には、それらを再生してもよい。但し、いずれの場合もランダム信号を再生の対象とする。

次に、サーボ回路 1 0 は、ステップ S109 にて、対物レンズ 7 を合焦点位置から α だけ光軸方向に移動させ、このときに再生信号を所定周期でサンプリングする。光軸方向の + 方向の移動とは、対物レンズ 7 を光ディスク 1 1 から離間させる方向と近付ける方向の内のいずれか一方の移動である。そして、サーボ回路 1 0（収差補正制御部 1 0 a1）のフィルタリング部 1 1 3 は、ステップ S110 にて、エンベロープ検波部 1 1 2 で検出されたエンベロープに基づいて再生信号の振幅 G a を求める。

ここで振幅 G_a は実質的に再生信号の最大振幅となる。

さらに、サーボ回路 10 は、ステップ S111 にて、対物レンズ 7 を合焦点位置から $-a$ だけ光軸方向に移動させ、このときに再生信号を所定周期でサンプリングする。

光軸方向の一方向の移動とは、上記の + 方向とは逆方向の移動である。そして、フ

ィルタリング部 113 は、ステップ S112 にて、エンベロープ検波部 112 で検出さ
れたエンベロープに基づいて再生信号の振幅 G_b を求める。ここで振幅 G_b は実
質的に再生信号の最大振幅となる。振幅 G_a , G_b についての詳細及びその求め方
については後に詳述する。

引き続き、フィルタリング部 113 は、ステップ S113 にて、対物レンズ 7 の各位

置で求められた再生信号の最大振幅の差 ($G_a - G_b$) を求め、ステップ S114 にて
その差の絶対値 $|G_a - G_b|$ が所定の閾値 Th_1 以下であるか否かを判定する。閾
値 Th_1 は 0 に近い所定の値である。 $|G_a - G_b|$ が閾値 Th_1 以下でなければ、収
差調整部 114 は、ステップ S115 にて、 $(G_a - G_b)$ をエラー値として収差補正
部 6 を制御して対物レンズ 7 へ入射するレーザ光の発散角度または収束角度を変化
させ、集光スポット 15 の球面収差を補正する。ステップ S115 による処理の後ステ
ップ S108 に戻り、同様に繰り返す。

ここで、最大振幅 G_a , G_b についての詳細及びその求め方について説明する。

ステップ S110, S112 での再生信号は、一例として図 8 に示すような複数の振幅及
び複数の周期が混在したランダム信号である。図 6 のエンベロープ検波部 112 に

ランダム信号が入力されると、エンベロープ検波部 112 は、図 8 に示すように、
上側のエンベロープ L_a (正方向) と下側のエンベロープ L_b (負方向) を検出し
てフィルタリング部 113 に供給する。この上側のエンベロープ L_a 及び下側のエ
ンベロープ L_b として検出した振幅値を有する信号部分は、図 3B に示す長周期の
ピット列 107 の再生信号と実質的に等価のものである。フィルタリング部 113
は、入力された上側のエンベロープ L_a と下側のエンベロープ L_b とによって最大

振幅 G_a , G_b を求める。

ここでいう最大振幅とは、小振幅から大振幅まで複数の振幅が混在している波形の大振幅信号部分の振幅なる意味であり、所定の時間内で最も振幅の大きい瞬間的な最大振幅を意味するものではない。

- 5 第1実施形態では、最大振幅 G_a , G_b をピーク・トゥ・ピーク値として得ているが、上側のエンベロープ L_a と下側のエンベロープ L_b の一方のみを求めて、正負いずれかの最大振幅としてもよい。

図4Bで説明したように、光ディスク11の透明基板13の厚さ t が許容範囲を超えて球面収差が生じていると、再生信号の最大振幅は対物レンズ7の合焦点から
10 ずれた位置で得られる。上記の最大振幅 G_a , G_b も同様であり、球面収差が生じていると、最大振幅 G_a , G_b は対物レンズ7の合焦点からずれた位置で得られることとなる。最大振幅の焦点ずれ量に対する変化は、図10A～図10Cに示すように二点鎖線で示すような特性となる。図10Aは球面収差が（-）側で生じている場合であり、再生信号の振幅は合焦点より手前側（光ディスク11より離れた側）
15 で最大となる。図10Cは球面収差が（+）側で生じている場合であり、再生信号の振幅は合焦点より奥側（光ディスク11に近付いた側）で最大となる。図10Bは球面収差が生じていない場合であり、再生信号の振幅は合焦点で最大となる。

図4Bで説明した従来例においては、集光スポット15の焦点を順次ずらしながら焦点のずれ量に対する振幅の変化を表す特性を求め、その特性上における最大振幅（max）を求めるものであるが、第1実施形態では、図10A～図10Cに二点鎖線にて示す特性上のいずれかに位置する最大振幅 G_a , G_b の2点を求めるものである。

最大振幅 G_a , G_b の差 ($G_a - G_b$) の正負は球面収差が（+）側と（-）側のいずれで生じているかを示し、また、その絶対値 $|G_a - G_b|$ は収差補正のための制御量となる。そこで、図9のステップS114における閾値 $Th1$ をほぼ図10B

の状態となる条件（球面収差が許容範囲に収まる条件）を成立させるための絶対値 $|G_a - G_b|$ に対する閾値として設定している。図9にて説明したように、収差補正制御部10a1は $|G_a - G_b| > Th1$ の場合には $(G_a - G_b)$ をエラー値として収差補正部6を制御する。収差補正部6を制御することにより集光スポット15の焦点がずれ、球面収差は許容範囲に即座には収まらないので、ステップS114にて $|G_a - G_b| \leq Th1$ となるまで、ステップS108～S115を繰り返し実行する。

以上の手順を図11A、図11Bのタイミングチャートにて示す。図11Aは対物レンズ7の位置の切り換わり状態を、図11Bは繰り返し制御による再生信号の最大振幅 G_a 、 G_b の変化を示している。図11Bの $G_a(1)$ 、 $G_a(2)$ 、 $G_a(3)$ … 及び $G_b(1)$ 、 $G_b(2)$ 、 $G_b(3)$ …における括弧の添字は、図9のステップS110、S112による最大振幅 G_a 、 G_b 検出の回数を示している。図11Bにより、図9に示す収差補正制御部10a1による球面収差補正の繰り返し制御によって絶対値 $|G_a - G_b|$ がほぼ0に収斂していくことが分かる。

なお、光ディスク11の透明基板13の屈折率が一定である場合には、予めエラ一値 $(G_a - G_b)$ に対する収差補正部6の補正量をテーブル化しておき、そのテーブルを用いて1回の制御で最適な補正を行うようにすれば、収差補正を極めて迅速に完了させることができる。また、収差補正と共に対物レンズ7の焦点ずれを補正して最適化するようにすれば、より理想的な集光スポット15とすることができます。この場合、収差補正と焦点ずれ補正とを交互に繰り返して最適化するか、双方の補正を同時に実行させて最適化すればよい。

以上説明した第1実施形態は、複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生し、このランダム信号の再生信号における特定の振幅または周期部分である特定部分を抽出して振幅 G_a 、 G_b を検出している。第1実施形態における特定部分は、エンベロープ検波部112によってエンベロープ検波される所定の振幅値以上の振幅部分であり、実質的に最大振幅を有する波形部分である。なお、ランダム

信号の再生信号そのものの最大振幅を検出するのではなく、ランダム信号の再生信号を補間した補間信号の最大振幅を検出してよい。

第1実施形態によれば、光ディスク11の条件を問わずに収差補正が可能であり、対物レンズ7を合焦点位置の前後に等量分 α だけ移動させた状態で再生信号の最大

- 5 振幅値を求めるだけで収差補正部6の制御データが得られるため、特許文献1に記載の収差補正方法と比較して、極めて短時間で収差補正を完了させることができる。

<第2実施形態>

第2実施形態は、全体構成は図5で説明した第1実施形態と同様であるが、サーボ回路10内に設けた収差補正制御部が図6に示すものと異なっている。光ディスク11に記録されたランダム信号を再生して収差を補正する点は第1実施形態と同じである。

図12は、第2実施形態による収差補正制御部10a2を示している。図12に示すように、収差補正制御部10a2は、A/D変換器121、ゼロクロス検出部122、ピーク・ボトム値検出部123、反転間隔検出部124、フィルタリング部125、収差調整部126を備える。A/D変換器121は高周波増幅器9からの再生信号をデジタル信号に変換する。A/D変換器121より出力されたデジタル信号は、ゼロクロス検出部122及びピーク・ボトム値検出部123に供給される。ゼロクロス検出部122～フィルタリング部125は、以下の手順で収差補正部6を制御するためのエラー値を生成し、球面収差を補正する。

20 図14は第2実施形態による収差補正の手順を示している。図14のステップS201～S209及びS211は、図9のステップS101～S109及びS111と同じであり、共通部分の説明を一部省略してステップS207以降の手順について説明する。図14において、ステップS207にて記録情報の再生を開始し、サーボ回路10はステップS208にて対物レンズ7の合焦点位置を検出する。次に、サーボ回路10は、ステップS209にて、対物レンズ7を合焦点位置から $+ \alpha$ だけ光軸方向に移動させ、このと

きに再生信号を所定周期でサンプリングする。そして、サーボ回路 10（収差補正制御部 10a2）のゼロクロス検出部 122～filtrating 部 125 は、ステップ S210 にて、最大振幅 LA, SA を求め、 $\Delta G_a = (LA - SA)$ を演算する。

さらに、サーボ回路 10 は、ステップ S211 にて、対物レンズ 7 を合焦点位置から
5 - α だけ光軸方向に移動させ、このときに再生信号を所定周期でサンプリングする。

そして、ゼロクロス検出部 122～filtrating 部 125 は、ステップ S212 にて、
最大振幅 LA', SA' を求め、 $\Delta G_b = (LA' - SA')$ を演算する。最大振幅
LA, SA, LA', SA' 及び $\Delta G_a, \Delta G_b$ についての詳細及びその求め方につ
いては後に詳述する。

10 フィルタリング部 125 は、ステップ S213 にて、対物レンズ 7 の各位置で求めら
れた再生信号の最大振幅の差 ($\Delta G_a - \Delta G_b$) を求め、ステップ S214 にてその差
の絶対値 $| \Delta G_a - \Delta G_b |$ が所定の閾値 Th2 以下であるか否かを判定する。閾値
Th2 は 0 に近い所定の値である。 $| \Delta G_a - \Delta G_b |$ が閾値 Th2 以下でなければ、
15 収差調整部 126 は、ステップ S215 にて、 $(\Delta G_a - \Delta G_b)$ をエラー値として収
差補正部 6 を制御して対物レンズ 7 へ入射するレーザ光の発散角度または収束角度
を変化させ、集光スポット 15 の球面収差を補正する。ステップ S215 による処理の
後ステップ S208 に戻り、同様に繰り返す。

ここで、最大振幅 LA, SA, LA', SA' 及び $\Delta G_a, \Delta G_b$ についての詳細
及びその求め方について説明する。図 13 は、A/D 変換器 121 より出力された
20 デジタル信号の一例であり、白丸及び黒丸はサンプリングポイントを示している。
ステップ S210, S212 での再生信号は、一例として図 13 に示すような複数の振幅
及び複数の周期が混在したランダム信号である。

ゼロクロス検出部 122 は、所定レベルを閾値としたゼロレベルを設定しており、
入力された再生信号とゼロレベルの差を求め、その差の極性が反転する度にその時
25 点をゼロクロスポイントとして検出する。図 13 に示すように、ゼロクロス検出部

122が検出したゼロクロスポイントはゼロクロス情報Zとして出力される。

ゼロクロス情報Zは次の（1）式で表される。ゼロクロス情報Zはゼロクロスポイントのタイミングを示すものであり、ゼロクロス情報Zの前後のサンプリングポイントの極性は再生信号の傾斜の正負を与える。

5 $Z = \text{Pole}(S_{n-1}) \wedge \text{Pole}(S_n) \quad \dots \quad (1)$

ここで、 S_n はサンプリングポイントの信号レベル、 \wedge はEX-OR演算、Poleは極性を0, 1で示したものである。

ゼロクロス情報Zは、ピーク・ボトム値検出部123及び反転間隔検出部124に供給される。

10 ピーク・ボトム値検出部123は、2つのゼロクロスポイントの中間に位置する再生信号のピーク値 P_n 及びボトム値 B_n を検出する。ピーク値 P_n 及びボトム値 B_n のnは2つのゼロクロスポイントが得られる毎に1ずつインクリメントされる整数であり、図13に黒丸のサンプリングポイントにて示すように、ピーク値は $P_0, P_1, P_2, P_3 \dots$ 、ボトム値は $B_0, B_1, B_2, B_3 \dots$ となる。

15 反転間隔検出部124は、2つのゼロクロスポイントの時間間隔に相当する反転間隔 T_n を検出する。即ち、あるゼロクロス情報Zが入力された時点からクロック数をカウントし、次のゼロクロス情報が入力された時点のカウント値を反転間隔 T_n として検出する。ピーク・ボトム値検出部123によって検出されたピーク値 P_n 及びボトム値 B_n と、反転間隔検出部124によって検出された反転間隔 T_n は、

20 フィルタリング部125に入力される。

なお、ピーク値 P_n 及びボトム値 B_n は山登り法を用いて検索することができる。各反転間隔 T_n のサンプリング信号について、次の（2）式でMを演算することによって極大値または極小値を求める。直前の反転間隔にてピーク値 P_{n-1} が得られている場合には極小値をボトム値 B_n とし、逆にボトム値 B_{n-1} が得られている場合には極大値をピーク値 P_n とする。

$$M = \text{MAX}(S_{n-1}, S_n) \text{ または } M = \text{MIN}(S_{n-1}, S_n) \quad \dots \quad (2)$$

ここで、 S_n はサンプリングポイントの信号レベル、 MAX は2つの引数 S_{n-1}, S_n における大きい方を選択すること、 MIN は2つの引数 S_{n-1}, S_n における小さい方を選択することを表す。

- 5 フィルタリング部125は、反転間隔 T_n を長周期と短周期に分類するためのテーブルを備えており、反転間隔検出部124から反転間隔 T_n が入力される度にそのテーブルに基づいて長周期か短周期かを判別し、長周期と短周期とに分けてピーク値 P_n 及びボトム値 B_n をメモリ（図示せず）に記憶させる。

- そして、一定時間分の再生信号に基づいて記憶された長周期と短周期のそれぞれ
10 15 でピーク値 P_n 及びボトム値 B_n の代表値（例えば平均値）を求め、長周期と短周期のそれぞれでピーク値 P_n とボトム値 B_n の代表値の差を演算する。これにより、
フィルタリング部125は、長周期の再生信号の振幅 L_A と短周期の再生信号の振幅 S_A を得る。

- 図13に示す例では、反転間隔 T_n が6～8の場合を長周期の再生信号、反転間隔 T_n が3の場合を短周期の再生信号として設定している。再生信号は複数の振幅及び複数の周期が混在したランダム信号であり、この例では、反転間隔 T_n は8を最大として3～8まで混在するような信号としている。反転間隔 T_n が8のみを長周期の再生信号としてもよいが、反転間隔 $T_n = 8$ が発生する確率はさほど高くないので、反転間隔 $T_n = 6 \sim 8$ を長周期の再生信号とすることは好ましい。一方、
20 短周期の再生信号は反転間隔 $T_n = 3$ のみに限定することが好ましい。第2実施形態は、所定の反転間隔以上の信号部分を長周期の再生信号、その所定の反転間隔未満の所定範囲内の反転間隔を有する信号部分を短周期の再生信号として抽出していくことになる。

- また、図13に示す例では、長周期の再生信号（ $T_n : 6 \sim 8$ ）のピーク値 $P_1, P_4 \dots$ より得た代表値（平均値）は P_L 、ボトム値 $B_1, B_2, B_4 \dots$ より得た代

表値（平均値）はBL、短周期の再生信号（Tn : 3）のピーク値P0, P2, P3, P5…より得た代表値（平均値）はPS、ボトム値B0, B3…より得た代表値（平均値）はBSとなる。

そして、フィルタリング部125は、次に(3), (4)式により、長周期の再生
5 信号の振幅LAと短周期の再生信号の振幅SAを求める。

$$LA = PL - BL \quad \dots (3)$$

$$SA = PS - BS \quad \dots (4)$$

第2実施形態では、ピーク値Pnとボトム値Bnの双方を求め、長周期の再生信号の振幅LAと短周期の再生信号の振幅SAをピーク・トゥ・ピーク値として得て
10 いるが、ピーク値Pnとボトム値Bnとの一方のみを求め、ピーク値Pnまたはボトム値Bnをそのまま振幅としてもよい。この場合は、LA=PL, SA=PSまたはLA=-BL, SA=-BSとなる。

ピーク値Pnとボトム値Bnの双方を用いる場合は、再生信号が正方向と負方向とで非対称な波形であっても非対称性による影響を受けず、長周期の再生信号の振幅LAと短周期の再生信号の振幅SAを精度よく検出することができるという利点
15 があり、ピーク値Pnとボトム値Bnとの一方のみを用いる場合は、解析手順が簡単になるという利点がある。

さらに、フィルタリング部125は、長周期の再生信号の振幅LAと短周期の再生信号の振幅SAとの差 $\Delta Ga = (LA - SA)$ を求める。以上が、対物レンズ7を合焦点位置から $+ \alpha$ だけ光軸方向に移動させた際に、図14のステップS210にて得られる差 ΔGa である。同様にして、ステップS211にて対物レンズ7を合焦点位置から $- \alpha$ だけ光軸方向に移動させた際に得られる長周期の再生信号の振幅をLA'、短周期の再生信号の振幅をSA' とし、ステップS212にて長周期の再生信号の振幅LA' と短周期の再生信号の振幅SA' との差 $\Delta Gb = (LA' - SA')$ を
25 求める。

図4Bで説明したように、光ディスク11の透明基板13の厚さtが許容範囲を超えて球面収差が生じていると、再生信号の最大振幅は対物レンズ7の合焦点からずれた位置で得られる。第2実施形態における長周期の再生信号の最大振幅や短周期の再生信号の最大振幅も同様であり、球面収差が生じていると、再生信号の最大振幅は対物レンズ7の合焦点からずれた位置で得られることとなる。長周期の再生信号の最大振幅の焦点ずれ量に対する変化は、図15A～図15Cに示すように二点鎖線で示すような特性となる。短周期の再生信号の最大振幅の焦点ずれ量に対する変化は、図15A～図15Cに示すように一点鎖線で示すような特性となる。

図15Aは球面収差が（-）側で生じている場合であり、合焦点より手前側（光ディスク11より離れた側）で最大となる。図15Cは球面収差が（+）側で生じている場合であり、合焦点より奥側（光ディスク11に近付いた側）で最大となる。図15Bは球面収差が生じていない場合であり、合焦点で最大となる。

差 ΔG_a と差 ΔG_b との差 ($\Delta G_a - \Delta G_b$) の正負は球面収差が（+）側と（-）側のいずれで生じているかを示し、また、その絶対値 $|\Delta G_a - \Delta G_b|$ は収差補正のための制御量となる。図15A～図15Cより分かるように、球面収差が（-）側で生じている場合には $\Delta G_a < \Delta G_b$ となり、球面収差が（+）側で生じている場合には $\Delta G_a > \Delta G_b$ となる。球面収差が生じていない場合には $\Delta G_a = \Delta G_b$ となる。そこで、図14のステップS214における閾値Th2をほぼ図15Bの状態となる条件（球面収差が許容範囲に収まる条件）を成立させるための絶対値 $|\Delta G_a - \Delta G_b|$ に対する閾値として設定している。

図14にて説明したように、収差補正制御部10a2は $|\Delta G_a - \Delta G_b| > Th2$ の場合には $(\Delta G_a - \Delta G_b)$ をエラー値として収差補正部6を制御する。収差補正部6を制御することにより集光スポット15の焦点がずれ、球面収差は許容範囲に即座には収まらないで、ステップS214にて $|\Delta G_a - \Delta G_b| \leq Th2$ となるまで、ステップS208～S215を繰り返し実行する。

以上説明した第2実施形態は、複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生し、このランダム信号の再生信号またはその補間信号における特定の周期部分である特定部分として長周期の再生信号と短周期の再生信号を抽出して、長周期の再生信号の振幅 L_A, L_A' と短周期の再生信号の振幅 S_A, S_A' との差 ΔG

- 5 $a = (L_A - S_A), \Delta G b = (L_A' - S_A')$ を検出している。長周期の再生信号とは、第1の周期以上（例えば反転間隔6以上）の信号部分であり、短周期の再生信号とは第1の周期未満であり所定範囲内の第2の周期（例えば反転間隔3）の信号部分である。

第2実施形態によれば、光ディスク11の条件を問わずに収差補正が可能であり、

- 10 対物レンズ7を合焦点位置の前後に等量分 α だけ移動させた状態で長周期の再生信号の振幅 L_A, L_A' と短周期の再生信号の振幅 S_A, S_A' との差 $\Delta G a = (L_A - S_A), \Delta G b = (L_A' - S_A')$ を求めるだけで収差補正部6の制御データが得られるため、特許文献1に記載の収差補正方法と比較して、極めて短時間で収差補正を完了させることができる。

- 15 第1実施形態と第2実施形態とでは、図10A～図10Cと図15A～図15Cとを比較すれば分かるように、 $|G_a - G_b|$ よりも $|\Delta G a - \Delta G b|$ の方が大きくなり、焦点ずれ量に対する $|\Delta G a - \Delta G b|$ の変化率は $|G_a - G_b|$ の変化率よりも大きくなる。従って、第2実施形態によれば、第1実施形態よりも効率的で精度のよい収差補正が可能となる。

20 <第3実施形態>

第3実施形態は、全体構成は図5で説明した第1実施形態と同様であるが、収差補正制御部が図6、図12に示すものと異なっている。第3実施形態は、信号処理回路20内の回路を部分的に用いて収差補正制御部を構成している。光ディスク11に記録されたランダム信号を再生して収差を補正する点は第1、第2実施形態と同じである。

図16は、第3実施形態による収差補正制御部10a3を示している。図16に示すように、収差補正制御部10a3は、A/D変換器131、ゼロクロス検出部132、補間部133、パーシャルレスポンス(PR)判別部134、filtrリング部135、収差調整部136を備える。A/D変換器131からPR判別部134までの部分は信号処理回路20内に設けられているものであり、filtrリング部135と収差調整部136とをサーボ回路10内に設けている。ビタビ復号器200はPR判別部134からの入力信号を最尤復号により2値化して出力する。

A/D変換器131は高周波増幅器9からの再生信号をデジタル信号に変換する。A/D変換器131でのサンプリングに用いるクロックは、PLL回路を用いて再生信号のビットレートに同期させたクロックとする。A/D変換器131より出力されたデジタル信号は、ゼロクロス検出部132及び補間部133に供給される。ゼロクロス検出部132～filtrリング部135は、以下の手順で収差補正部6を制御するためのエラー値を生成し、球面収差を補正する。

図16において、ゼロクロス検出部132は第2実施例と同様の手順でゼロクロス情報Zを検出し、それをPR判別部134に供給する。補間部133は再生信号を 180° 遅延させ、1つ前のサンプリング信号と現在のサンプリング信号の平均を取り、平均データ(補間信号)をPR判別部134とfiltrリング部135に供給する。PR判別部134は入力されたゼロクロス情報Zと平均データとを用い、再生信号のランレンジス制限(RLL)とPR特性で定められる状態遷移に基づいてサンプリングポイントが取るべき目標値を判別する。

ここで、PR特性について説明する。PR(a, b, b, a)の特性を孤立波に付与して等化すると、その等化波形はRLL(1, 7)の場合、0, a, a+b, 2a, 2b, a+2b, 2a+2bの7値をとる。この7値をビタビ復号器200に入力すると、ビタビ復号器200への入力値とPR等化後の再生信号(出力値)は過去の信号の拘束を受ける。RLL(1, 7)によって入力信号の“1”が2回

以上統かないと利用すると、入力値／出力値は図17に示すような状態遷移図で表すことができる。図17のS0～S5は直前の出力値により定まる状態を示す。

図17において、例えば、状態S2にあるとき、入力値が1であれば、出力値は $a + 2b$ となって状態S3へと遷移するか、出力値は $2b$ となって状態S4へと遷移するかのいずれかである。
5

ところで、ゼロクロス情報Zが“1”であるときはゼロクロスポイントが検出されたことを示し、これは図17における状態 $S1 \rightarrow S2$ または状態 $S4 \rightarrow S5$ へと遷移する過程において発生する。この場合、図17における状態S2, S3, S4は正の値の経路 ($a + b = 0$ に正規化した場合、 $a + 2b$, $2a + 2b$, $2b$ のいずれか) を辿り、状態S5, S0, S1は負の値の経路 ($a + b = 0$ に正規化した場合、 0 , a , $2a$ のいずれか) を辿る。従って、ゼロクロスポイントの前または後の値を参照することにより、正の経路であるか、負の経路であるかを判別することができる。なお、図17の状態遷移図で $a + b$ 以外の値、即ち、ゼロクロスポイントでないときは、ゼロクロス情報Zは“0”である。

15 あるゼロクロスポイントから次のゼロクロスポイントまでの間隔が分かれば（即ち、状態S2から状態S5に至るまで、または状態S5から状態S2に至るまでの遷移数が分かれば）、経路が確定することになり、取り得るべきデータ値が各々のサンプリングポイントに対して確定する。

図17の状態遷移図から、ゼロクロス情報Z “1” が2つ連続して出力されることはなく、また、RLL (1, X) の場合は、隣接するゼロクロスポイントの間に少なくとも1つのゼロクロス情報Z “0” が存在する。ゼロクロス情報Zが“1”
20 → “0” → “1” と変化したときは、状態 $S1 \rightarrow S2 \rightarrow S4 \rightarrow S5$ または状態 $S4 \rightarrow S5 \rightarrow S1 \rightarrow S2$ と遷移したことである。なお、RLL (2, X) の場合は、隣接するゼロクロスポイントの間に少なくとも2つのゼロクロス情報Z “0” が存在
25 する。

PR判別部134は、以上のPR特性に基づいて、各サンプリングポイントでの目標値を決定する。例えばPR(a, b, b, a)特性に対して、再生信号の最小ランレンジス制限が2（最小反転間隔が3）のときは、図17においてS2→S4及びS5→S1のパスが存在せず、周回パスのみの状態遷移となり、ゼロクロスする状態はS2とS5であることから、サンプリングポイントの極性とゼロクロスポイント間の間隔が分かれれば各サンプリングポイントでの目標値を決定することができる。また、再生信号の最小ランレンジス制限が1（最小反転間隔が2）のときは図17の状態遷移となり、この場合もゼロクロスする状態はS2とS5であるため、同様に各サンプリングポイントでの目標値を決定することができる。

10 即ち、PR判別部134は、ゼロクロス検出部132のゼロクロス情報Zとサンプリングポイントの極性と補間部133より出力される平均値データとに基づいて、その平均値データがいずれの目標値に対応するものであるかの判別データを生成する。

そして、フィルタリング部135は、PR判別部134から得られる判別データを用いて、補間部133より出力される各平均値データを目標値毎に区分する。但し、ゼロレベルは用いないため省略される。

具体的には、図18に示すように、フィルタリング部135は、PR判別部134から得られた目標値 $2a + 2b$, $a + 2b$, a , 0 に対応させて各平均値データを区分けし、区分けされたデータ群毎にその平均値PL, PS, BS, BLを求め20。図18においては、白丸で示す平均値データ群が目標値 $2a + 2b$, 0 に属し、黒丸で示す平均値データ群が目標値 $a + 2b$, a に属している。

目標値 $2a + 2b$ に属する平均値データ群は長周期の信号のピーク値に近い値を、目標値 0 に属する平均値データ群は長周期の信号のボトム値に近い値を、目標値 $a + 2b$ に属する平均値データ群は短周期の信号のピーク値に近い値を、目標値 a に属する平均値データ群は短周期の信号のボトム値に近い値をとっていることになる。

従って、平均値PL，BLはそれぞれ長周期の信号のピーク値とボトム値に近似した値となり、平均値PS，BSは短周期の信号のピーク値とボトム値に近似した値となる。

- さらに、フィルタリング部135は、第2実施形態と同様、上述した(3)，(4)5式によって、長周期の再生信号の振幅LAと短周期の再生信号の振幅SAをピーク・トゥ・ピーク値として求める。振幅LA，SAをピーク値またはボトム値をそのまま振幅としてもよい。

- フィルタリング部135は、第2実施形態と同様、図14で説明したように、対物レンズ7を合焦点位置から $+ \alpha$ だけ光軸方向に移動させた際に得られる長周期の再生信号の振幅LAと短周期の再生信号の振幅SAとの差 $\Delta G_a = (LA - SA)$ 10と、対物レンズ7を合焦点位置から $- \alpha$ だけ光軸方向に移動させた際に得られる長周期の再生信号の振幅LA' と短周期の再生信号の振幅SA' との差 $\Delta G_b = (LA' - SA')$ とを求める。収差調整部136は、($\Delta G_a - \Delta G_b$)をエラー値として収差補正部6を制御して対物レンズ7へ入射するレーザ光の発散角度または収束角度を変化させ、集光スポット15の球面収差を補正する。
15

- 以上説明した第3実施形態は、複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生し、このランダム信号の再生信号の補間信号における特定の周期部分である特定部分として長周期の再生信号（補間信号）と短周期の再生信号（補間信号）を抽出して、長周期の再生信号の振幅LA，LA' と短周期の再生信号の振幅SA，
20 SA' との差 $\Delta G_a = (LA - SA)$ ， $\Delta G_b = (LA' - SA')$ を検出している。長周期の再生信号とは、第1の周期以上（例えば目標値2a+2b，0に含まれる平均値データ群）の信号部分であり、短周期の再生信号とは第1の周期未満であり所定範囲内の第2の周期（例えば目標値a+2b，aに含まれる平均値データ群）の信号部分である。
25 第3実施形態によれば、光ディスク11の条件を問わずに収差補正が可能であり、

対物レンズ 7 を合焦点位置の前後に等量分 α だけ移動させた状態で長周期の再生信号の振幅 $L A$, $L A'$ と短周期の再生信号の振幅 $S A$, $S A'$ との差 $\Delta G a = (L A - S A)$, $\Delta G b = (L A' - S A')$ を求めるだけで収差補正部 6 の制御データが得られるため、特許文献 1 に記載の収差補正方法と比較して、極めて短時間で収差補正を完了させることができる。

ところで、第 3 実施形態では、再生信号を補間部 133 によって補間し、その補間信号を P R 判別部 134 によって P R 判別しているが、A/D 変換器 131 でのサンプリングの仕方によってはランダム信号の再生信号を直接 P R 判別することもあり得る。このことは後述する他の実施形態においても同様である。

10 <第 4 実施形態>

第 4 実施形態は、全体構成は図 5 で説明した第 1 実施形態と同様であるが、収差補正制御部が図 6, 図 12, 図 16 に示すものと異なっている。第 4 実施形態も、信号処理回路 20 内の回路を部分的に用いて収差補正制御部を構成している。光ディスク 11 に記録されたランダム信号を再生して収差を補正する点は第 1 ~ 第 3 実施形態と同じである。

図 19 は、第 4 実施形態による収差補正制御部 10a4 を示している。図 19 に示すように、収差補正制御部 10a4 は、A/D 変換器 141, DPLL (Digital Phase Locked loop) 部 142, パーシャルレスポンス (PR) 判別部 143, フィルタリング部 144, 収差調整部 145 を備える。A/D 変換器 141 から PR 判別部 143までの部分は信号処理回路 20 内に設けられているものであり、フィルタリング部 144 と収差調整部 145 とをサーボ回路 10 内に設けている。

A/D 変換器 141 は固定周波数の自走クロックで動作しており、高周波増幅器 9 からの再生信号をサンプリングし、そのサンプリング信号を DPLL 部 142 に供給する。DPLL 部 142 は自己完結した PLL 機能を備え、入力された再生信号を自身で補間してリサンプリング信号として生成すると共に、位相エラーを抽出

してそれをフィードバックすることにより補間のタイミングを制御する機能を有している。

DPLL部142は図20に示すように構成される。リサンプリング補間部1421はA/D変換器141からのサンプリング信号をタイミング生成部1424より出力されるタイミング信号に基づいてリサンプリングすると共に、1つ前のサンプリング信号と現在のサンプリング信号との平均をとり、それを補間処理したリサンプリング信号として位相エラー検出部1422へ供給する。

位相エラー検出部1422は、補間処理後のリサンプリング信号をフィルタリング部144に供給すると共に、位相エラーを検出して位相エラー信号をループフィルタ143に供給する。位相エラー検出部1422は、位相エラーの検出に際してゼロクロスの検出も並行して行い、ゼロクロス情報Zをフィルタリング部144に供給する。ループフィルタ143は位相エラー信号の低域成分を抽出し、エラーレベル情報としてタイミング生成部1424に供給する。タイミング生成部1424は入力されたエラーレベル情報を基にして上記のタイミング信号を生成する。

従って、このDPLL部142によれば、自走クロックで動作しているA/D変換器141の出力を正確なタイミングで補間したリサンプリング信号を得ることができ、位相エラー検出部1422からゼロクロス情報Zも得ることができる。

DPLL部142より出力されたリサンプリング信号とゼロクロス情報ZはPR判別部143に供給される。PR判別部143は、第3実施形態と同様、ゼロクロス情報Zとリサンプリング信号とを用いて再生信号のランレンジス制限(RLL)とPR特性で定められる状態遷移とに基づいて目標値を判別する。

フィルタリング部144にはDPLL部142より出力されたリサンプリング信号とPR判別部143より出力された目標値の判別データとが入力され、第3実施形態と同様の手順で、長周期の再生信号の振幅LA, LA' と短周期の再生信号の振幅SA, SA' と、差 $\Delta G_a = (LA - SA)$ 及び差 $\Delta G_b = (LA' - SA')$

を求める。そして、収差調整部 145 は、 $(\Delta G_a - \Delta G_b)$ をエラー値として収差補正部 6 を制御して対物レンズ 7 へ入射するレーザ光の発散角度または収束角度を変化させ、集光スポット 15 の球面収差を補正する。

第 4 実施形態は第 3 実施形態と同様、複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生し、このランダム信号の再生信号またはその補間信号における特定の周期部分である特定部分として長周期の再生信号と短周期の再生信号を抽出して、長周期の再生信号の振幅 L_A, L_A' と短周期の再生信号の振幅 S_A, S_A' との差 $\Delta G_a = (L_A - S_A), \Delta G_b = (L_A' - S_A')$ を検出している。長周期の再生信号とは、第 1 の周期以上の信号部分であり、短周期の再生信号とは第 1 の周期未満であり所定範囲内の第 2 の周期の信号部分である。

第 4 実施形態によれば、光ディスク 11 の条件を問わずに収差補正が可能であり、対物レンズ 7 を合焦点位置の前後に等量分 α だけ移動させた状態で長周期の再生信号の振幅 L_A, L_A' と短周期の再生信号の振幅 S_A, S_A' との差 $\Delta G_a = (L_A - S_A), \Delta G_b = (L_A' - S_A')$ を求めるだけで収差補正部 6 の制御データが得られるため、特許文献 1 に記載の収差補正方法と比較して、極めて短時間で収差補正を完了させることができる。

<第 5 実施形態>

第 5 実施形態は、全体構成は図 5 で説明した第 1 実施形態と同様であるが、収差補正制御部が図 6、図 12、図 16、図 19 に示すものと異なっている。第 5 実施形態も、信号処理回路 20 内の回路を部分的に用いて収差補正制御部を構成している。光ディスク 11 に記録されたランダム信号を再生して収差を補正する点は第 1 ～第 4 実施形態と同じである。

図 21 は、第 5 実施形態による収差補正制御部 10a5 を示している。図 21 に示すように、収差補正制御部 10a5 は、A/D 変換器 151、DPLL 部 152、パーシャルレスポンス (PR) 判別・等化部 153、フィルタリング部 154、収差

調整部 155 を備える。A/D 変換器 151 から PR 判別・等化部 153 までの部分は信号処理回路 20 内に設けられているものであり、フィルタリング部 154 と収差調整部 155 とをサーボ回路 10 内に設けている。

第 5 実施形態の特徴は、PR 判別・等化部 153 が DLL 部 152 から入力されるリサンプリング信号とゼロクロス情報 Z に基づいて PR 等化とランレンジングス制限によって定まる状態遷移から目標値の仮判別を行い、さらに、実際のリサンプリング信号の目標値に対するエラーを等化するか否かを選択する点にある。

第 3 実施形態の図 17、図 18 で説明したように、状態 S2 と S5 がゼロポイントに相当し、 $2a + 2b$ が正側の最大の目標値となり、0 が負側の最大の目標値となる。これらの目標値に係るリサンプリング信号に対してはエラー等化を行わず、他の目標値である $a + 2b$, $a + b$, a についてのみエラー等化を行う。このようにすると、目標値 $a + 2b$, $a + b$, a に係る短周期のリサンプリング信号に対して波形等化処理がなされることになり、特に長周期から短周期へ変化する際の信号間のクロストークが抑圧される。従って、目標値 $2a + 2b$, 0 に係る長周期のリサンプリング信号は入力信号に応じて変化するが、それ以外の目標値 $a + 2b$, $a + b$, a に係る短周期のリサンプリング信号は等化されてほぼ一定値に近い値となる。

具体的には、図 18 に示す目標値 $a + 2b$, a に属する黒丸にて示すリサンプリング信号と目標値 $a + b$ に属するリサンプリング信号（ゼロクロス付近の信号）は等化処理によってほぼ一定になり、目標値 $2a + 2b$, 0 に係るリサンプリング信号だけが実際の振幅を反映したものとなる。

従って、フィルタリング部 154 で処理を行う際に、長周期の信号のピーク値 PL とボトム値 BL を信号間のクロストークの影響を受けることなく長周期の信号の振幅 LA (= PL - BL) を検出でき、対物レンズ 7 の焦点ずれ量に対する長周期の信号の振幅 LA を正確に求めることができる。第 5 実施形態では、短周期の信号

の振幅に相当する $S_A (= P_S - B_S)$ はほぼ一定値となる。

第5実施形態においては、長周期の再生信号の最大振幅の焦点ずれ量に対する変化は、図22A～図22Cに示すように二点鎖線で示すような特性となり、短周期の再生信号の最大振幅の焦点ずれ量に対する変化は、図22A～図22Cに示すように一点鎖線で示すような一定値の特性となる。従って、フィルタリング部154にて得られる $\Delta G_a = (L_A - S_A)$, $\Delta G_b = (L_A' - S_A')$ は主に長周期の再生信号の振幅 L_A , L_A' の変化だけを反映したものとなる。

短周期の再生信号の振幅 S_A , S_A' は同一の値であるから、図23A～図23Cに示すように、 $\Delta G_a = L_A$, $\Delta G_b = L_A'$ としてもよい。

第5実施形態は、複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生し、このランダム信号の再生信号またはその補間信号における特定の周期部分である特定部分として長周期の再生信号と短周期の再生信号を抽出して、長周期の再生信号の振幅 L_A , L_A' と短周期の再生信号の振幅 S_A , S_A' との差 $\Delta G_a = (L_A - S_A)$, $\Delta G_b = (L_A' - S_A')$ を検出している。但し、短周期の再生信号の振幅 S_A , S_A' は、振幅値そのものではなく、PR判別・等化部153における処理によって等化されてほぼ一定値に変換された値である。

また、 $\Delta G_a = L_A$, $\Delta G_b = L_A'$ とした場合には、第5実施形態は、ランダム信号の再生信号における特定の周期部分である特定部分として長周期の再生信号を抽出するものである。

第5実施形態によれば、光ディスク11の条件を問わずに収差補正が可能であり、対物レンズ7を合焦点位置の前後に等量分 α だけ移動させた状態で長周期の再生信号の振幅 L_A , L_A' と短周期の再生信号の振幅 S_A , S_A' との差 $\Delta G_a = (L_A - S_A)$, $\Delta G_b = (L_A' - S_A')$ を求めるだけで収差補正部6の制御データが得られるため、特許文献1に記載の収差補正方法と比較して、極めて短時間で収差補正を完了させることができる。

<第6実施形態>

第6実施形態は第5実施形態の変形例である。図24は、第6実施形態による収差補正制御部10a6を示している。図24に示すように、収差補正制御部10a6は、A/D変換器161、ゼロクロス検出部162、パーシャルレスポンス(PR)判別・等化部163、フィルタリング部164、収差調整部165を備える。A/D変換器161からPR判別・等化部163までの部分は信号処理回路20内に設けられているものであり、フィルタリング部164と収差調整部165とをサーボ回路10内に設けている。

第5実施形態は前述のようにDPLL部152でリサンプリング・補間を行うが、

- 10 第6実施形態はリサンプリングを行わない。図24において、A/D変換器161はPLL回路によって入力される再生信号のビットレートに同期させて再生信号をサンプリングする。このサンプリング信号をゼロクロス検出部162とPR判別・等化部163に供給する。PR判別・等化部163は、ゼロクロス検出部162からのゼロクロス情報Zを用いてPR等化とランレンジス制限とによって定まる状態
- 15 遷移から目標値の仮判別を行う。

この第6実施形態においても、光ディスク11の条件を問わずに収差補正が可能であり、特許文献1に記載の収差補正方法と比較して、極めて短時間で収差補正を完了させることができる。

<第7実施形態>

- 20 第7実施形態は、全体構成は図5で説明した第1実施形態と同様であるが、収差補正制御部が図6、図12、図16、図19、図21、図24に示すものと異なっている。光ディスク11に記録されたランダム信号を再生して収差を補正する点は第1～第6実施形態と同じである。

図25は、第7実施形態による収差補正制御部10a7を示している。収差補正制

- 25 御部10a7はサーボ回路10内に設けられている。図25に示すように、収差補正

制御部 10a7は、A/D変換器 171, ATC (Automatic Threshold level Control) 回路 172, AGC回路 173, エンベロープ検波部 177, フィルタリング部 178, 収差調整部 179を備える。AGC回路 173は、利得制御回路 174とクロス抽出部 175とエラー検出部 176とを含む。

- 5 図 25において、A/D変換器 171は固定周波数の自走クロックで入力された再生信号をサンプリングし、このサンプリング信号をATC回路 172に供給する。ATC回路 172は入力されたサンプリング信号のセンターレベル (DC レベル) が予め設定してある最適な閾値に一致するようDC制御してAGC回路 173に供給する。AGC回路 173はATC回路 172の出力を比較的短い反転間隔信号が
10 一定の大きさになるよう利得制御してエンベロープ検波部 177に供給する。

AGC回路 173の利得制御回路 174は、エラー検出部 176により検出された利得エラー信号に基づいてATC回路 172の出力を利得制御して、エンベロープ検波部 177及びクロス抽出部 175に供給する。エラー検出部 176はクロス抽出部 175の出力に基づいて利得エラー信号を出力する。クロス抽出部 175の
15 具体的構成及び動作は次の通りである。

クロス抽出部 175には、図 26に示すように、再生信号 S_r の最小反転間隔における振幅 Q のセンターレベル付近に設定されている中間レベルの閾値 Th10 と、閾値 Th10 より大きいレベルの閾値 Th11 と、閾値 Th10 より小さいレベルの閾値 Th12 とが予め設定されている。閾値 Th10 と閾値 Th11 とのレベル差及び閾値 Th10 と閾値
20 Th12 とのレベル差はいずれも P で互いに等しく設定されている。レベル差 P は最小反転間隔における振幅 Q よりも小さく設定されている。従って、これら 3 つの閾値 Th10, Th11, Th12 のいずれかが必ず正しいゼロクロス値を示すことになる。図 26 の例では、閾値 Th10 がゼロクロス値である。

クロス抽出部 175は、再生信号 S_r が閾値 Th10, Th11, Th12 をそれぞれ横切ったときの回数をそれぞれ独立に積算し、3 つの積算値のいずれかが予め設定し
25 たことによって、再生信号 S_r のゼロクロス値を検出する。

た設定値に到達したら、3つの積算値の全てをクリアして再び同じ動作を繰り返す。

クロス抽出部175は図27に示すように構成される。図27において、クロス検出器1751～1753には利得制御回路174より出力された再生信号S_rが入力される。クロス検出器1751, 1752, 1753には閾値Th10, Th11, Th12がそれぞれ設定さ

れており、再生信号S_rが閾値Th10, Th11, Th12を横切る毎にカウントした積算値（クロスカウント値）C0, C1, C2を出力する。クロス検出器1751, 1752, 1753より出力されたクロスカウント値C0, C1, C2は、比較器1754, 1755, 1756に入力される。比較器1754～1756は入力されたクロスカウント値C0～C2と共通の設定値とを比較して、比較結果を3入力のOR回路1757に入力する。

比較器1754～1756に入力する設定値は、最小反転間隔に対して十分に長い期間における平均ゼロクロスカウント値に設定されており、比較器1754～1756はその設定値に一致したとき“H”の一致信号を出力するよう構成されている。

クロスカウント値C0～C2の内、最も早く設定値に達したクロスカウント値が入力される比較器（1754～1756のいずれか）から“H”的一致信号が出力され、これがリセットパルスとしてクロス検出器1751～1753に共通に供給される。これにより、クロス検出器1751～1753のクロスカウント値はリセットされる。

上記のように、3つの閾値Th10, Th11, Th12のいずれかが必ず正しいゼロクロス値を示すため、最も早く設定値に達したクロスカウント値が必ず最小反転間隔を含んですることになる。そして、最も早く設定値に達したクロスカウント値をエラー検出部176におけるエラー演算に使用する。通常は、3つの閾値Th10, Th11, Th12の内、再生信号S_rが中央の閾値Th10を横切る回数が最も多いはずであり、クロス検出器1752より出力されるクロスカウント値C0が最も早く設定値に達することとなる。

図25に戻り、エラー検出部176にはクロス抽出部175よりクロスカウント値C0～C2とリセットパルスが入力され、エラー検出部176は所定の単位時間

におけるクロスカウント値C 0がクロスカウント値C 1, C 2よりも多くなるよう
に、また、クロスカウント値C 1とC 2とが略等しくなるように、DCエラー信号
を発生すると共に、クロスカウント値C 1とC 2とがクロスカウント値C 0に対し
一定の割合となるよう利得エラー信号を発生する。DCエラー信号と利得エラー信
5 号は利得制御回路174に供給される。利得制御回路174は利得エラー信号に応
じてATC回路172の出力を利得制御する。これによって、ATC回路172の
出力は、比較的短い反転間隔信号が一定の大きさになるよう利得制御されること
になる。

エラー検出部176における動作を図28のフローチャートを用いてさらに説明
10 する。図28において、ステップS301にてクロス抽出部175より入力されたリセ
ットパルスが“H”になったか否か判定し、“H”になったと判定されたら、ステッ
プS302にてクロスカウント値C 0とクロスカウント値C 1, C 2との関係が、 $C_0 \geq C_1$ かつ $C_0 \geq C_2$ であるかを判定する。この関係を満たすときは、再生信号が
本来の振幅範囲にあることを意味する。

15 そして、ステップS303にてクロスカウント値C 1, C 2が所定値より大きいか否
か判定し、大きいときは、ステップS304にて再生信号の振幅が大きいと判断して利
得を下げる方向の利得エラー信号を出力する。なお、所定値とは、ノイズの影響を
考慮して、クロスカウント値C 0の70%程度の値とする。

一方、ステップS303にてクロスカウント値C 1, C 2が所定値より大きくないと
20 きは、ステップS305にてクロスカウント値C 1, C 2が所定値より小さいか否か判
定し、小さいときは、ステップS306にて再生信号の振幅が小さいと判断して利得を
上げる方向の利得エラー信号を出力する。ステップS302にて $C_0 \geq C_1$ かつ $C_0 \geq C_2$ でない場合、また、ステップS305にてクロスカウント値C 1, C 2が所定値よ
り小さくない場合には、ステップS307にて利得エラー信号を出力しない。

25 以上の処理により、再生信号が一例として図29Aに示すような波形であった場

合、図29Bに示すように、比較的短い反転間隔信号である短周期の再生信号の振幅がほぼ一定の大きさに利得制御される。エンベロープ検波部177は、利得制御回路174より出力された図29Bに示すような再生信号の上側のエンベロープL_aと下側のエンベロープL_bとを検出する。フィルタリング部178は、第1実施

- 5 形態と同様、対物レンズ7を合焦点位置から+ α だけ光軸方向に移動させた際のエンベロープ検波部177で検出されたエンベロープL_a，L_bに基づいて再生信号の振幅G_aを求め、対物レンズ7を合焦点位置から- α だけ光軸方向に移動させた際のエンベロープ検波部177で検出されたエンベロープL_a，L_bに基づいて再生信号の振幅G_bを求める。

- 10 そして、収差調整部179は、(G_a-G_b)をエラー値として収差補正部6を制御して対物レンズ7へ入射するレーザ光の発散角度または収束角度を変化させ、集光スポット15の球面収差を補正する。

- この第7実施形態によれば、短周期の再生信号の振幅をほぼ一定の大きさに利得制御することにより、長周期の再生信号と短周期の再生信号とを明確に分離して、
15 長周期の再生信号のエンベロープL_a，L_b及び振幅G_a，G_bを正確に検出することができる。よって、第5実施形態による波形等化処理を行うものと同等の利点がある。また、第7実施形態においては、PLL回路を用いる必要がないため、トラッキング・サーボがかかっていない場合でも、正確な収差補正データを得ることができる。振幅G_a，G_bは実質的に最大振幅である。

- 20 第7実施形態によれば、光ディスク11の条件を問わずに収差補正が可能であり、対物レンズ7を合焦点位置の前後に等量分 α だけ移動させた状態でランダム信号の再生信号における特定部分としての最大振幅G_a，G_bを求めるだけで収差補正部6の制御データが得られるため、特許文献1に記載の収差補正方法と比較して、極めて短時間で収差補正を完了させることができる。

- 25 <第8実施形態>

第8実施形態は、全体構成は図5で説明した第1実施形態と同様であるが、収差補正制御部が図6、図12、図16、図19、図21、図24、図25に示すものと異なっている。第8実施形態の収差補正制御部10a8はサーボ回路10内に設けられており、光ディスク装置の信号処理において波形等化を行う際に求められるブースト量を制御データとして収差補正を実行させる点に特徴がある。光ディスク1
5 1に記録されたランダム信号を再生して収差を補正する点は第1～第7実施形態と同じである。

図30において、信号処理回路は波形等化部（ブースト量演算回路）201を備えており、波形等化部201は、光ディスクによって異なる再生信号の特性に適応
10 させて振幅の小さい信号帯域の利得を上げるためにブースト量を設定し、信号伝達特性を調整することにより後の信号処理過程でエラーが生じないようにするものである。波形等化部201により得られるブースト量はサーボ回路10内の収差補正制御部10a8に供給される。

図31は第8実施形態による収差補正の手順を示している。図31のステップS
15 401～S407は、図9のステップS101～S107と同じであり、ステップS407以降の手順について説明する。図31において、ステップS407にて記録情報の再生を開始し、サーボ回路10はステップS408にて対物レンズ7の合焦点位置を検出する。次に、サーボ回路10は、ステップS409にて、対物レンズ7を合焦点位置から $+ \alpha$ だけ光軸方向に移動させる。収差補正制御部10a8は、ステップS410にて、波形等
20 化部201からのブースト量B_aを検出する。

さらに、サーボ回路10は、ステップS411にて、対物レンズ7を合焦点位置から $- \alpha$ だけ光軸方向に移動させる。収差補正制御部10a8は、ステップS412にて、波形等化部201からのブースト量B_bを検出する。

そして、収差補正制御部10a8は、ステップS413にて、対物レンズ7の各位置
25 で求められたブースト量の差（B_a - B_b）を求め、ステップS414にてその差の絶

対値 $|B_a - B_b|$ が所定の閾値 $Th3$ 以下であるか否かを判定する。閾値 $Th3$ は 0 に近い所定の値である。 $|B_a - B_b|$ が閾値 $Th3$ 以下でなければ、収差補正制御部 10a8 は、ステップ S415 にて、 $(B_a - B_b)$ をエラー値として収差補正部 6 を制御して対物レンズ 7 へ入射するレーザ光の発散角度または収束角度を変化させ、

- 5 集光スポット 15 の球面収差を補正する。ステップ S415 による処理の後ステップ S 408 に戻り、同様に繰り返す。

ところで、光ディスク 11 の再生信号が通常のランレンジング制限でランダム性を有している場合、光ディスク 11 の透明基板 13 の厚さ t が許容範囲を超えて球面収差が生じていると、前述のように、長周期と短周期の再生信号の各最大振幅は対

- 10 物レンズ 7 の焦点ずれ量に対して図 15A～図 15C に示すような関係で変化する。

一方、波形等化部 201 によるブースト量は、振幅の小さい信号帯域の利得を上げて波形を等化するための制御値であり、長周期の信号に対する短周期の信号の振幅比率が小さいときにはブースト量が大きくなり、逆の場合にはブースト量が小さくなる。

- 15 図 32A～図 32C は図 15A～図 15C の各状態を示しており、この図 32A ～図 32C の各状態において、波形等化部 201 による波形等化処理によって長周期と短周期の各再生信号の最大振幅 L_A, S_A は図 32D～図 32F に示すように、球面収差や焦点ずれ量に関係なく一定となる。しかし、このように最大振幅 L_A, S_A を一定とするためのブースト量 B_a, B_b は図 32D～図 32F で異なり、ブースト量 B_a, B_b は長周期の信号に対する短周期の信号の振幅比率を示す値となる。

以上の根拠により、ブースト量の差 $(B_a - B_b)$ を収差補正部 6 の制御データとして利用することによって球面収差を補正することが可能であり、第 8 実施形態は、図 31 で説明したように、ブースト量の差 $(B_a - B_b)$ を収差補正部 6 の制御データとして利用して球面収差を補正するものである。

- 25 図 33A は対物レンズ 7 の位置の切り換わり状態を、図 33B は繰り返し制御に

よるブースト量 B_a , B_b の変化を示している。図 3 3 B の $B_a(1)$, $B_a(2)$, $B_a(3)$ … 及び $B_b(1)$, $B_b(2)$, $B_b(3)$ … における括弧の添字は、図 3 1 のステップ S410, S412 によるブースト量 B_a , B_b 検出の回数を示している。収差補正制御部 10a8 による球面収差補正の繰り返し制御によって絶対値 $|B_a - B_b|$ がほぼ 5 0 に収斂していくことが分かる。

この第 8 実施形態によれば、波形等化部 201 によって得られるブースト量 B_a , B_b によって収差補正部 6 の制御データを生成できるので、収差補正制御部 10a8 の回路構成が簡単になり、安価な構成で収差補正を実現できるという利点がある。

第 8 実施形態によれば、光ディスク 11 の条件を問わずに収差補正が可能であり、
10 対物レンズ 7 を合焦点位置の前後に等量分 α だけ移動させた状態でブースト量 B_a , B_b を求めるだけで収差補正部 6 の制御データが得られるため、特許文献 1 に記載の収差補正方法と比較して、極めて短時間で収差補正を完了させることができる。

以上説明した第 1 ~ 第 8 実施形態による収差補正は、通常の光ディスク 11 からの情報信号の再生や光ディスク 11 への情報信号の記録とは独立させて収差補正の
15 処理のみ実行させてもよいし、通常の光ディスク 11 からの情報信号の再生や光ディスク 11 への情報信号の記録を行っている状態においても実行させることができる。

即ち、通常の光ディスク 11 からの情報信号の再生や光ディスク 11 への情報信号の記録は、情報信号の実時間よりも高速で行うことができるので、光ディスク 1
20 1 をフォーマットで定められた基準の線速度よりも速く回転させ、光ディスク 11 からの情報信号の再生や光ディスク 11 への情報信号の記録を行っていない時間に収差補正の処理を実行させることができる。

光ディスク 11 の透明基板 13 の厚さ t は光ディスク 11 の内周側と外周側とで
ばらつくことがあり、光ディスク 11 における情報信号の記録再生の位置（トラック）によって球面収差発生の大小もばらつくことが考えられる。また、連続的な記

録または再生時に温度変化に伴ってレーザ光の波長がずれることによって球面収差が発生することもある。

情報信号の記録または再生と収差補正の処理とを時分割で行うことにより、記録または再生中に球面収差を補正することができ、常にエラー発生のない記録再生を

- 5 実現することが可能となる。

請 求 の 範 囲

1. 光ディスクの情報記録層に記録された情報を再生する再生手段を備える光ディスク装置において、
 - 5 レーザ光源と、前記レーザ光源から発せられるレーザ光の発散または収束角度を調整することにより球面収差を補正する収差補正部と、前記レーザ光を集光させて前記情報記録層上に集光スポットを形成する対物レンズと、
 - 10 前記対物レンズを前記レーザ光の光軸方向に移動させる移動機構を有し、前記集光スポットを前記情報記録層上で合焦させるよう前記対物レンズを移動させるフォーカス制御部と、前記対物レンズを前記フォーカス制御部によって合焦点位置から第1の方向に所定量だけ移動させた状態で、前記再生手段によって前記情報記録層の任意の領域に記録された複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生し、このランダム信号の再生信号またはその補間信号における特定の振幅または周期部分である特定部分を抽出して前記特定部分の第1の振幅値を求めると共に、前記対物レンズを前記フォーカス制御部によって合焦点位置から前記第1の方向とは反対側の第2の方向に前記所定量だけ移動させた状態で、前記再生手段によって前記情報記録層の任意の領域に記録された複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生し、このランダム信号の再生信号またはその補間信号における特定の振幅または周期部分である特定部分を抽出して前記特定部分の第2の振幅値を求める検出手段と、
 - 15 前記第1の振幅値と前記第2の振幅値との差が0に近付くよう前記収差補正部を制御する制御手段とを備えて構成したことを特徴とする光ディスク装置。
 - 20 2. 前記情報記録層に前記検出手段にて再生すべきランダム信号が記録されてい

るか否かを判定する判定手段と、

前記判定手段により前記情報記録層に前記検出手段にて再生すべきランダム信号が記録されていないと判定されたとき、前記情報記録層の任意の領域に複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を記録する記録手段とを備えて構成したこと

- 5 を特徴とする請求の範囲第1項記載の光ディスク装置。

3. 前記任意の領域はO P C領域であることを特徴とする請求の範囲第2項記載の光ディスク装置。

4. 前記検出手段は、前記特定部分をエンベロープ検波して前記第1及び第2の振幅値を求めるエンベロープ検波部であることを特徴とする請求の範囲第1項記載

- 10 の光ディスク装置。

5. 光ディスクの情報記録層に記録された情報を再生する再生手段を備える光デ

ィスク装置において、

レーザ光源と、

前記レーザ光源から発せられるレーザ光の発散または収束角度を調整することに

- 15 より球面収差を補正する収差補正部と、

前記レーザ光を集光させて前記情報記録層上に集光スポットを形成する対物レン

ズと、

前記対物レンズを前記レーザ光の光軸方向に移動させる移動機構を有し、前記集

光スポットを前記情報記録層上で合焦させるよう前記対物レンズを移動させるフオ

- 20 一カス制御部と、

前記対物レンズを前記フォーカス制御部によって合焦点位置から第1の方向に所

定量だけ移動させた状態で、前記再生手段によって前記情報記録層の任意の領域に

記録された複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生し、このランダ

ム信号の再生信号またはその補間信号における第1の特定の振幅または周期部分で

- 25 ある第1の特定部分と第2の特定の振幅または周期部分である第2の特定部分とを

抽出して、前記第1の特定部分の振幅値と前記第2の特定部分の振幅値との第1の差分値を求めると共に、前記対物レンズを前記フォーカス制御部によって合焦点位置から前記第1の方向とは反対側の第2の方向に前記所定量だけ移動させた状態で、前記再生手段によって前記情報記録層の任意の領域に記録された複数の振幅及び複

- 5 数の周期を有するランダム信号を再生し、このランダム信号の再生信号またはその補間信号における第3の特定の振幅または周期部分である第3の特定部分と第4の特定の振幅または周期部分である第4の特定部分とを抽出して、前記第3の特定部分の振幅値と前記第4の特定部分の振幅値との第2の差分値を求める検出手段と、

前記第1の差分値と前記第2の差分値との差が0に近付くよう前記収差補正部を
10 制御する制御手段とを備えて構成したことを特徴とする光ディスク装置。

6. 前記情報記録層に前記検出手段にて再生すべきランダム信号が記録されているか否かを判定する判定手段と、

前記判定手段により前記情報記録層に前記検出手段にて再生すべきランダム信号が記録されていないと判定されたとき、前記情報記録層の任意の領域に複数の振幅
15 及び複数の周期を有するランダム信号を記録する記録手段とを備えて構成したことを特徴とする請求の範囲第5項記載の光ディスク装置。

7. 前記任意の領域はO P C領域であることを特徴とする請求の範囲第6項記載の光ディスク装置。

8. 前記検出手段は、

20 前記ランダム信号の再生信号またはその補間信号と予め設定されたゼロレベルとが交差するゼロクロスポイントを検出するゼロクロス検出手段と、

隣接する2つのゼロクロスポイント間の時間間隔を検出する時間間隔検出手段と、

前記時間間隔検出手段によって検出された時間間隔に基づいて前記第1～第4の特定部分を抽出する抽出手段とを備えることを特徴とする請求の範囲第5項記載の

25 光ディスク装置。

9. 前記検出手段は、

前記ランダム信号の再生信号またはその補間信号と予め設定されたゼロレベルとが交差するゼロクロスポイントを検出するゼロクロス検出手段と、

- 前記ゼロクロス検出手段によって検出されたゼロクロスポイントと前記ランダム
5 信号の再生信号またはその補間信号とを用い、ランレンジング制限とパーシャルレス
ポンス特性で定められる状態遷移に基づいて前記ランダム信号の再生信号またはそ
の補間信号それぞれのサンプリングポイントに対する目標値を決定するパーシャル
レスポンス判別手段と、

- 前記パーシャルレスポンス判別手段によって決定された目標値に基づいて前記第
10 1～第4の特定部分を抽出する抽出手段とを備えることを特徴とする請求の範囲第
5 項記載の光ディスク装置。

10. 光ディスクの情報記録層に記録された情報を再生する再生手段を備える光
ディスク装置において、

レーザ光源と、

- 15 前記レーザ光源から発せられるレーザ光の発散または収束角度を調整することに
より球面収差を補正する収差補正部と、

前記レーザ光を集光させて前記情報記録層上に集光スポットを形成する対物レン
ズと、

- 前記対物レンズを前記レーザ光の光軸方向に移動させる移動機構を有し、前記集
20 光スポットを前記情報記録層上で合焦させるよう前記対物レンズを移動させるフォ
ーカス制御部と、

前記情報記録層に記録された記録情報を前記再生手段によって再生した再生信号
に対してブースト量を設定して波形等化する波形等化部と、

- 前記対物レンズを前記フォーカス制御部によって合焦点位置から第1の方向に所
25 定量だけ移動させた状態で、前記再生手段によって前記情報記録層の任意の領域に

記録された複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生した際の前記波形等化部における第1のブースト量を検出すると共に、前記対物レンズを前記フォーカス制御部によって合焦点位置から前記第1の方向とは反対側の第2の方向に前記所定量だけ移動させた状態で、前記再生手段によって前記情報記録層の任意の領域に記録された複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生した際の前記波形等化部における第2のブースト量を検出する検出手段と、

- 5 前記第1のブースト量と前記第2のブースト量との差が0に近付くよう前記収差補正部を制御する制御手段とを備えて構成したことを特徴とする光ディスク装置。
11. 光ディスク装置に用いる収差補正方法において、

- 10 光ディスクの情報記録層の任意の領域に記録された複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生する再生ステップと、

レーザ光源から発せられるレーザ光を前記情報記録層上に集光させて集光スポットを形成する対物レンズを光軸方向に移動させて、前記集光スポットを前記情報記録層上で合焦させる合焦ステップと、

- 15 前記対物レンズを前記合焦ステップにて合焦させた合焦点位置から光軸方向の第1の方向に所定量だけ移動させた状態で前記ランダム信号を再生し、このランダム信号の再生信号またはその補間信号における特定の振幅または周期部分である特定部分を抽出して前記特定部分の第1の振幅値を求める第1の検出ステップと、

- 20 前記対物レンズを前記合焦ステップにて合焦させた合焦点位置から前記第1の方向とは反対側の第2の方向に前記所定量だけ移動させた状態で前記ランダム信号を再生し、このランダム信号の再生信号またはその補間信号における特定の振幅または周期部分である特定部分を抽出して前記特定部分の第2の振幅値を求める第2の検出ステップと、

- 25 前記第1の振幅値と前記第2の振幅値との差が0に近付くよう、前記レーザ光の発散または収束角度を調整することにより球面収差を補正する収差補正部を制御す

る制御ステップとを含むことを特徴とする光ディスク装置に用いる収差補正方法。

12. 前記再生ステップの前段に、

前記情報記録層に前記第1及び第2の検出ステップにて再生すべきランダム信号が記録されているか否かを判定する判定ステップと、

5 前記判定ステップにより前記情報記録層に前記第1及び第2の検出ステップにて再生すべきランダム信号が記録されていないと判定されたとき、前記情報記録層の任意の領域に複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を記録する記録ステップとを含むことを特徴とする請求の範囲第11項記載の光ディスク装置に用いる収差補正方法。

10 13. 前記任意の領域はO P C領域であることを特徴とする請求の範囲第12項記載の光ディスク装置に用いる収差補正方法。

14. 前記第1及び第2の検出ステップは、前記特定部分をエンベロープ検波して前記第1及び第2の振幅値を求めるエンベロープ検波ステップであることを特徴とする請求の範囲第11項記載の光ディスク装置に用いる収差補正方法。

15 15. 光ディスク装置に用いる収差補正方法において、

光ディスクの情報記録層の任意の領域に記録された複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生する再生ステップと、

レーザ光源から発せられるレーザ光を前記情報記録層上に集光させて集光スポットを形成する対物レンズを光軸方向に移動させて、前記集光スポットを前記情報記録層上で合焦させる合焦ステップと、

前記対物レンズを前記合焦ステップにて合焦させた合焦点位置から光軸方向の第1の方向に所定量だけ移動させた状態で前記ランダム信号を再生し、このランダム信号の再生信号またはその補間信号における第1の特定の振幅または周期部分である第1の特定部分と第2の特定の振幅または周期部分である第2の特定部分とを抽出して、前記第1の特定部分の振幅値と前記第2の特定部分の振幅値との第1の差

分値を求める第1の検出ステップと、

前記対物レンズを前記合焦ステップにて合焦させた合焦点位置から前記第1の方
向とは反対側の第2の方向に前記所定量だけ移動させた状態で前記ランダム信号を
再生し、このランダム信号の再生信号またはその補間信号における第3の特定の振

- 5 幅または周期部分である第3の特定部分と第4の特定の振幅または周期部分である
第4の特定部分とを抽出して、前記第3の特定部分の振幅値と前記第4の特定部分
の振幅値との第2の差分値を求める第2の検出ステップと、

前記第1の差分値と前記第2の差分値との差が0に近付くよう、前記レーザ光の
発散または収束角度を調整することにより球面収差を補正する収差補正部を制御す
10 る制御ステップとを含むことを特徴とする光ディスク装置に用いる収差補正方法。

16. 前記再生ステップの前段に、

前記情報記録層に前記第1及び第2の検出ステップにて再生すべきランダム信号
が記録されているか否かを判定する判定ステップと、

前記判定ステップにより前記情報記録層に前記第1及び第2の検出ステップにて
15 再生すべきランダム信号が記録されていないと判定されたとき、前記情報記録層の
任意の領域に複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を記録する記録ステ
ップとを含むことを特徴とする請求の範囲第15項記載の光ディスク装置に用いる
収差補正方法。

17. 前記任意の領域はOPC領域であることを特徴とする請求の範囲第16項
20 記載の光ディスク装置に用いる収差補正方法。

18. 前記第1及び第2の検出ステップは、

前記ランダム信号の再生信号またはその補間信号と予め設定されたゼロレベルと
が交差するゼロクロスポイントを検出するゼロクロス検出ステップと、

隣接する2つのゼロクロスポイント間の時間間隔を検出する時間間隔検出ステッ
25 プと、

前記時間間隔検出ステップにて検出された時間間隔に基づいて前記第1～第4の特定部分を抽出する抽出ステップとを含むことを特徴とする請求の範囲第15項記載の光ディスク装置に用いる収差補正方法。

19. 前記第1及び第2の検出ステップは、

- 5 前記ランダム信号の再生信号またはその補間信号と予め設定されたゼロレベルとが交差するゼロクロスポイントを検出するゼロクロス検出ステップと、

前記ゼロクロス検出ステップにて検出されたゼロクロスポイントと前記ランダム信号の再生信号またはその補間信号とを用い、レンレンジング制限とパーシャルレスポンス特性で定められる状態遷移に基づいて前記ランダム信号の再生信号またはそ
10 の補間信号それぞれのサンプリングポイントに対する目標値を決定するパーシャルレスポンス判別ステップと、

前記パーシャルレスポンス判別ステップにて決定された目標値に基づいて前記第1～第4の特定部分を抽出する抽出ステップとを含むことを特徴とする請求の範囲第15項記載の光ディスク装置に用いる収差補正方法。

- 15 20. 光ディスク装置に用いる収差補正方法において、

光ディスクの情報記録層の任意の領域に記録された複数の振幅及び複数の周期を有するランダム信号を再生する再生ステップと、

- レーザ光源から発せられるレーザ光を前記情報記録層上に集光させて集光スポットを形成する対物レンズを光軸方向に移動させて、前記集光スポットを前記情報記
20 録層上で合焦させる合焦ステップと、

前記対物レンズを前記合焦ステップにて合焦させた合焦点位置から光軸方向の第1の方向に所定量だけ移動させた状態で前記ランダム信号を再生する際に、前記ランダム信号の再生信号に対して第1のブースト量を設定して波形等化する第1の波形等化ステップと、

- 25 前記第1の波形等化ステップにて設定した前記第1のブースト量を検出する第1

の検出ステップと、

前記対物レンズを前記合焦ステップにて合焦させた合焦点位置から前記第1の方
向とは反対側の第2の方向に前記所定量だけ移動させた状態で前記ランダム信号を
再生する際に、前記ランダム信号の再生信号に対して第2のブースト量を設定して

- 5 波形等化する第2の波形等化ステップと、

前記第2の波形等化ステップにて設定した前記第2のブースト量を検出する第2
の検出ステップと、

前記第1のブースト量と前記第2のブースト量との差が0に近付くよう、前記レ
ーザ光の発散または収束角度を調整することにより球面収差を補正する収差補正部

- 10 を制御する制御ステップとを含むことを特徴とする光ディスク装置に用いる収差補
正方法。

1/31

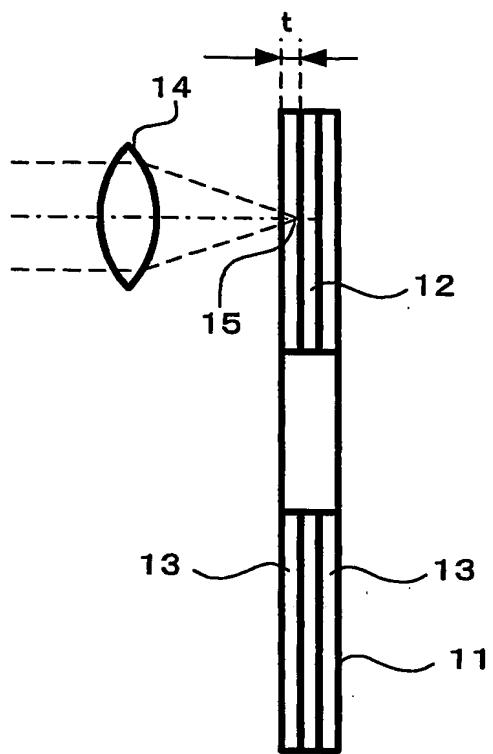


FIG.1

2/31

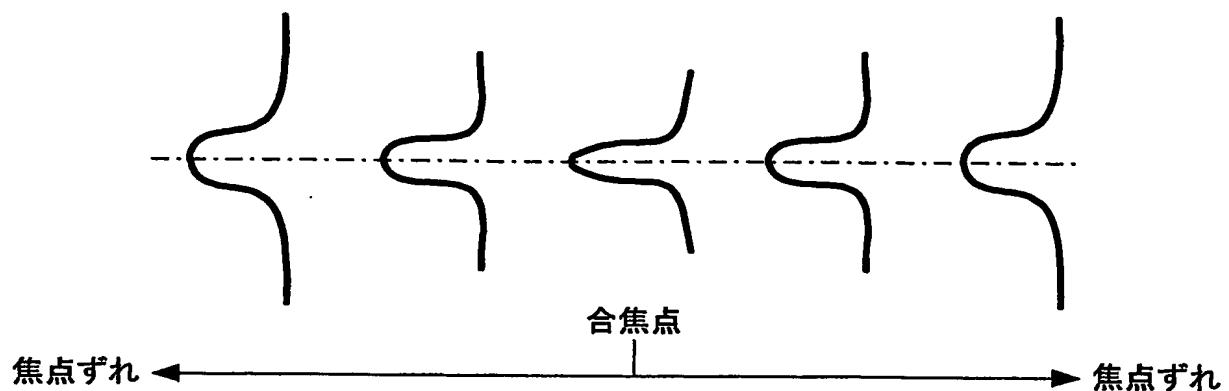


FIG.2A

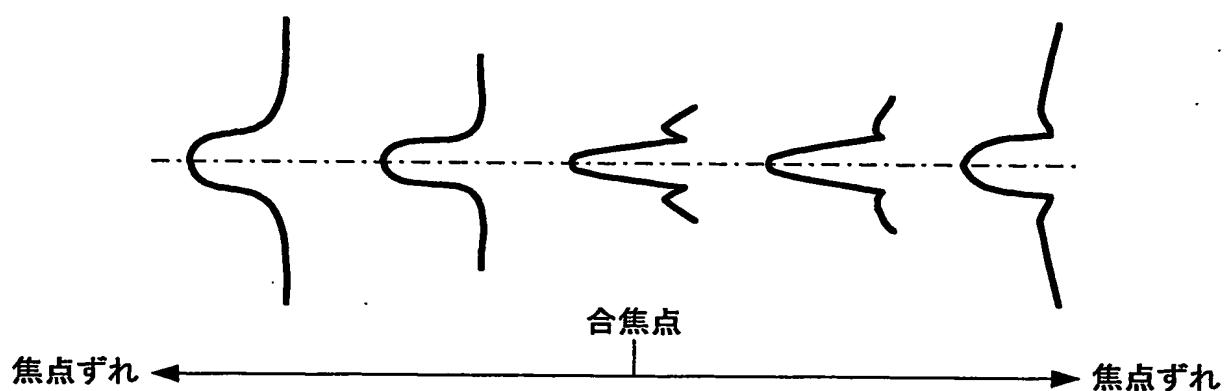


FIG.2B

3/31

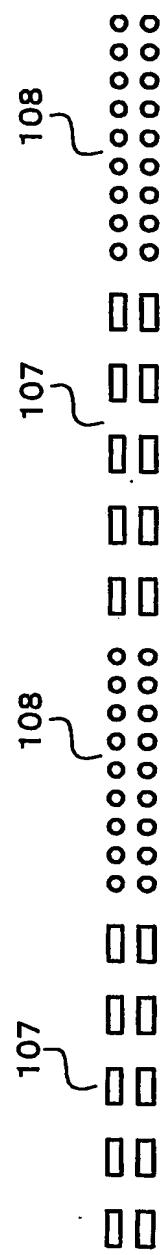


FIG.3A



FIG.3B

4/31

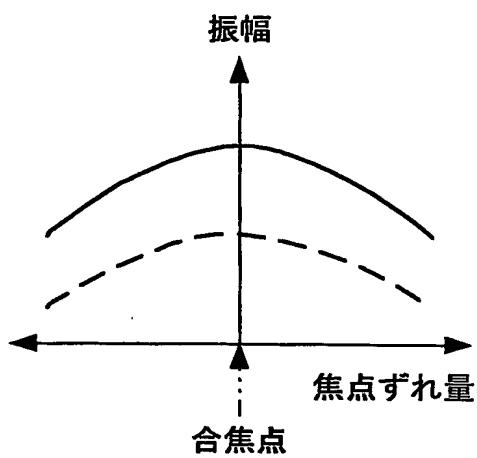


FIG.4A

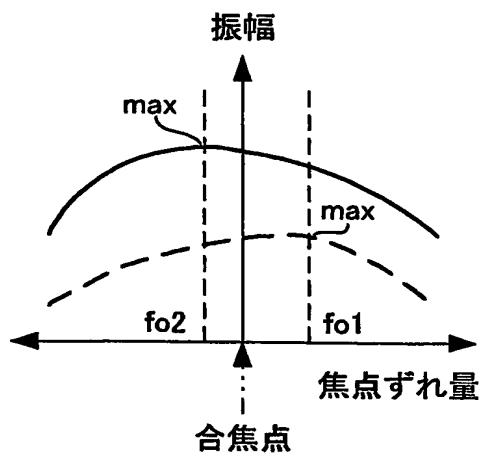


FIG.4B

5/31

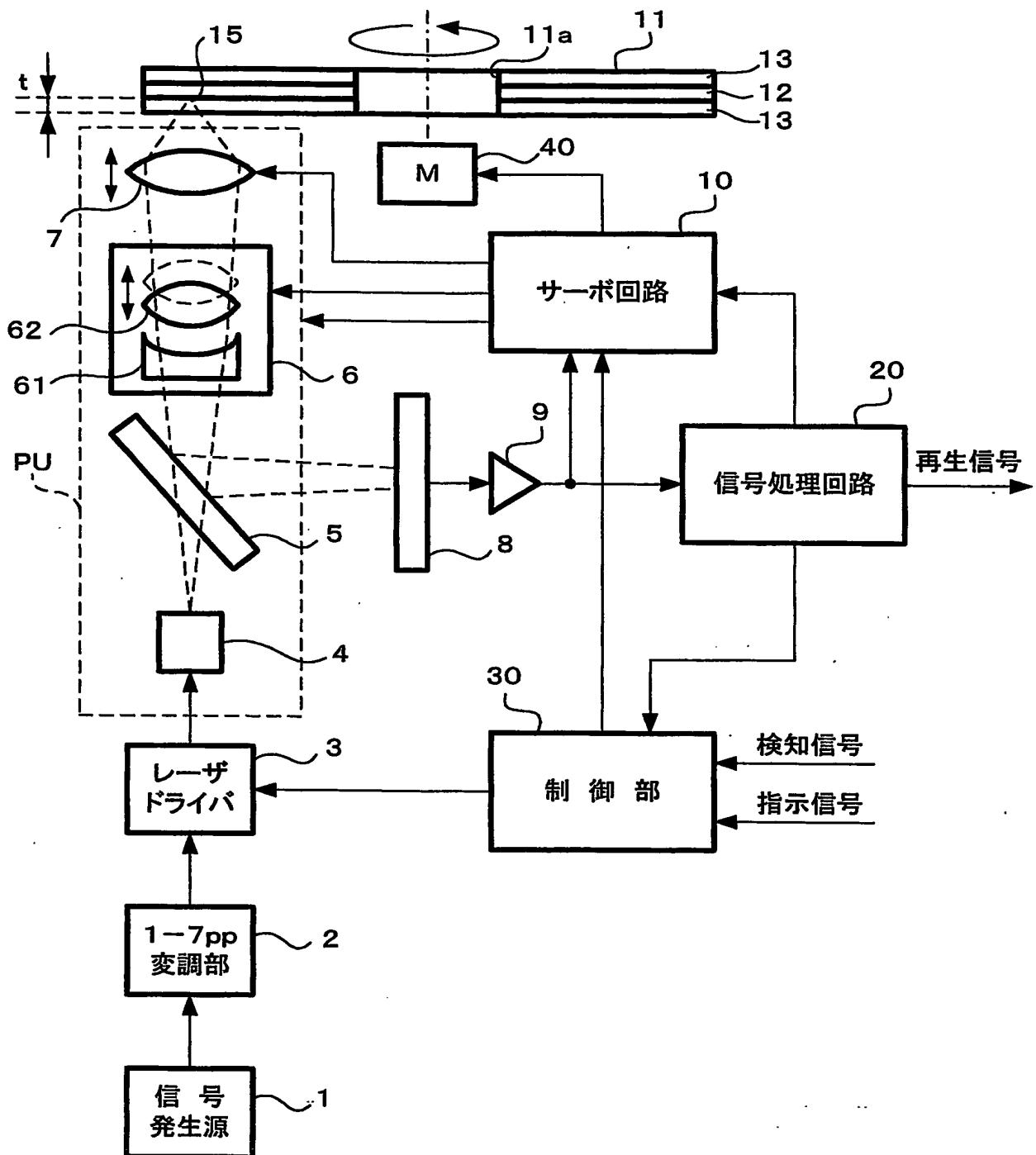


FIG.5

6/31

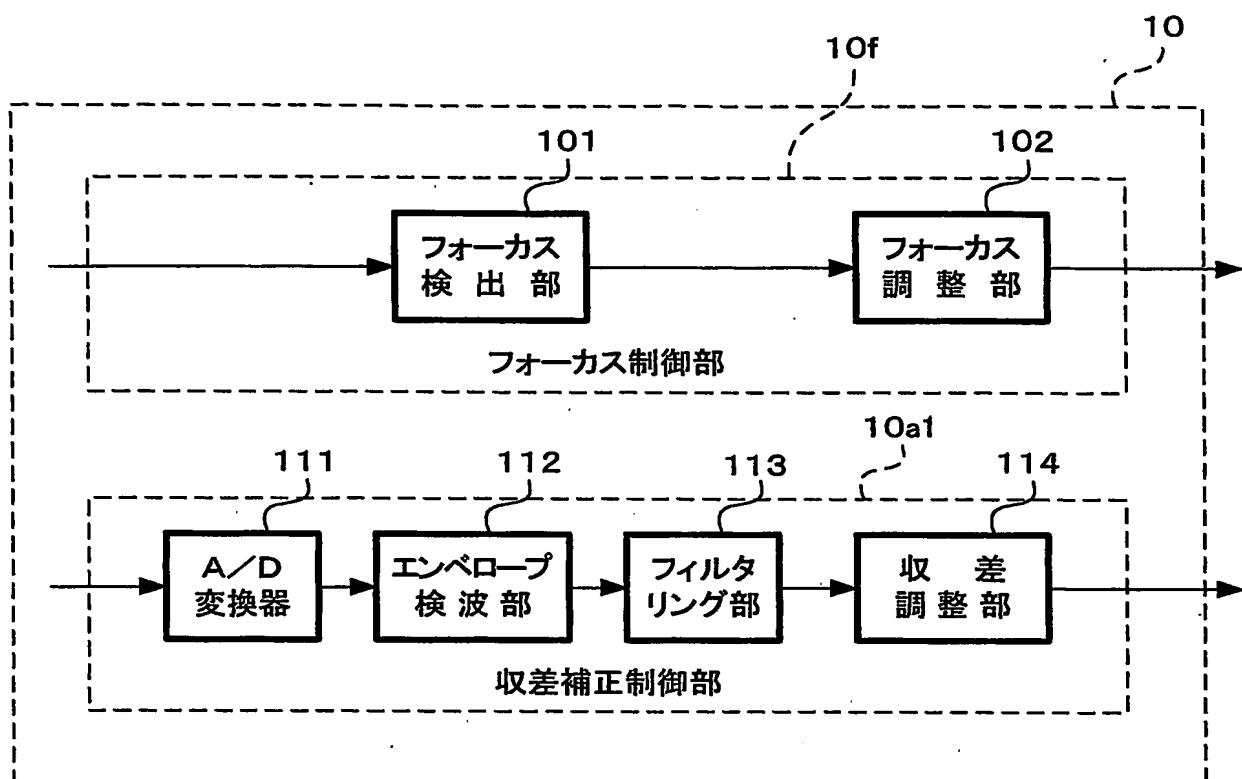


FIG.6

7/31

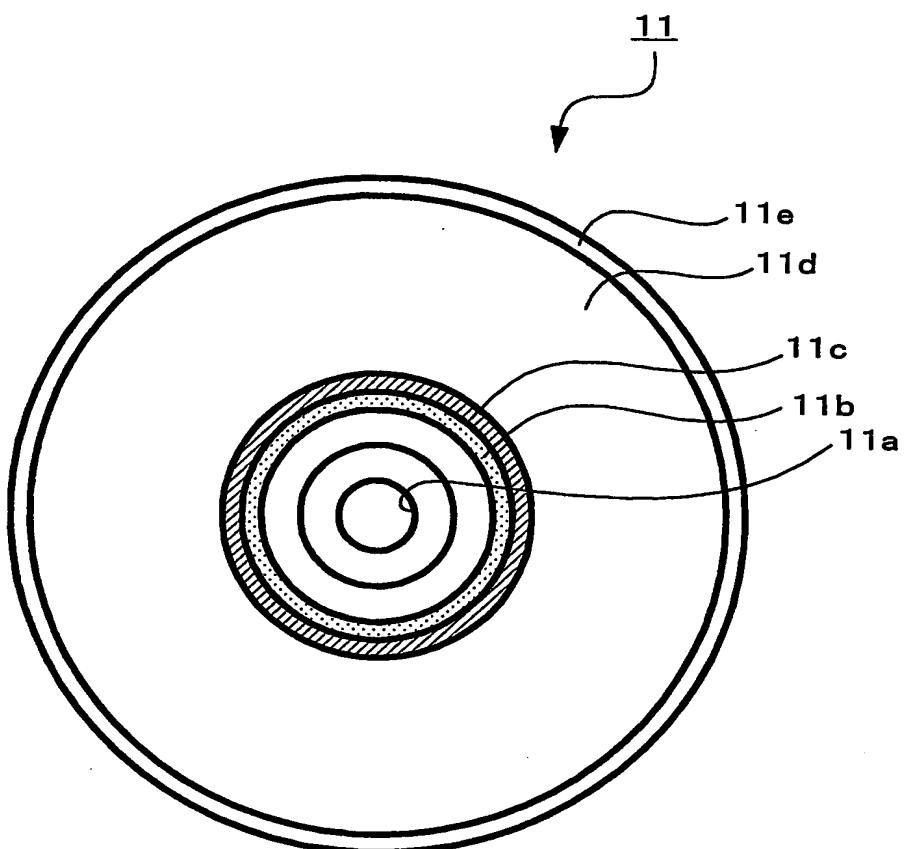


FIG.7

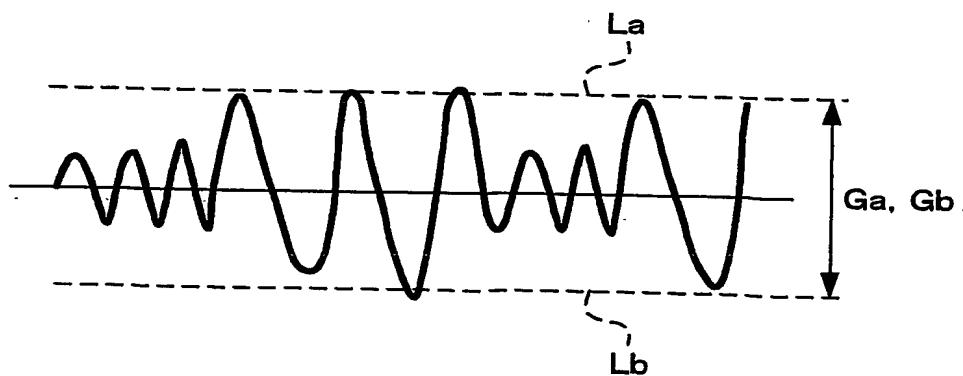


FIG.8

8/31

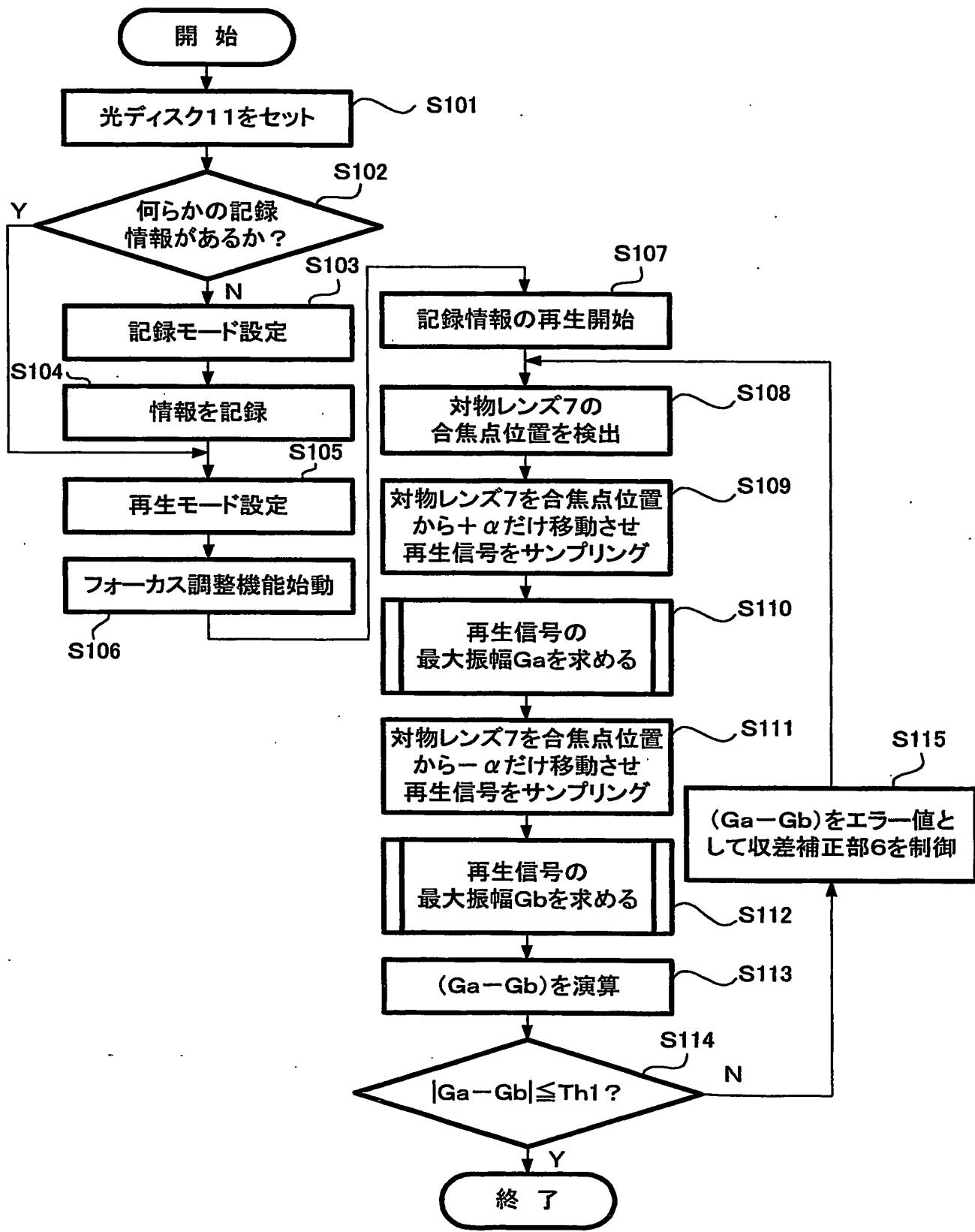


FIG.9

9/31

FIG.10A

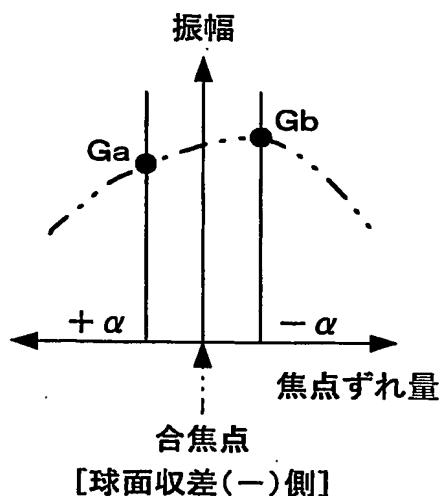


FIG.10B

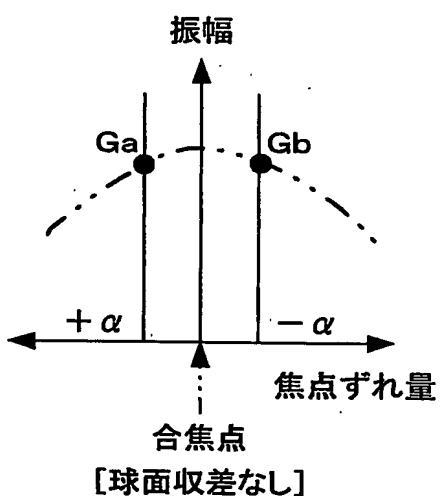
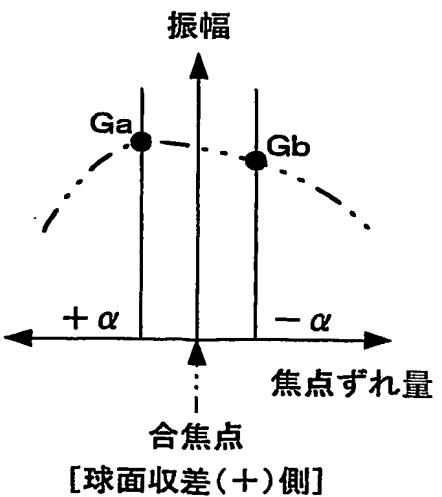


FIG.10C



10/31

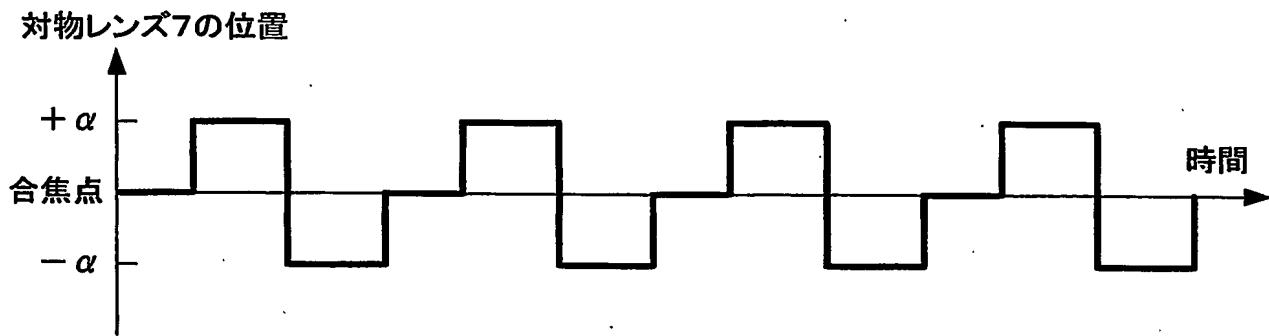


FIG.11A

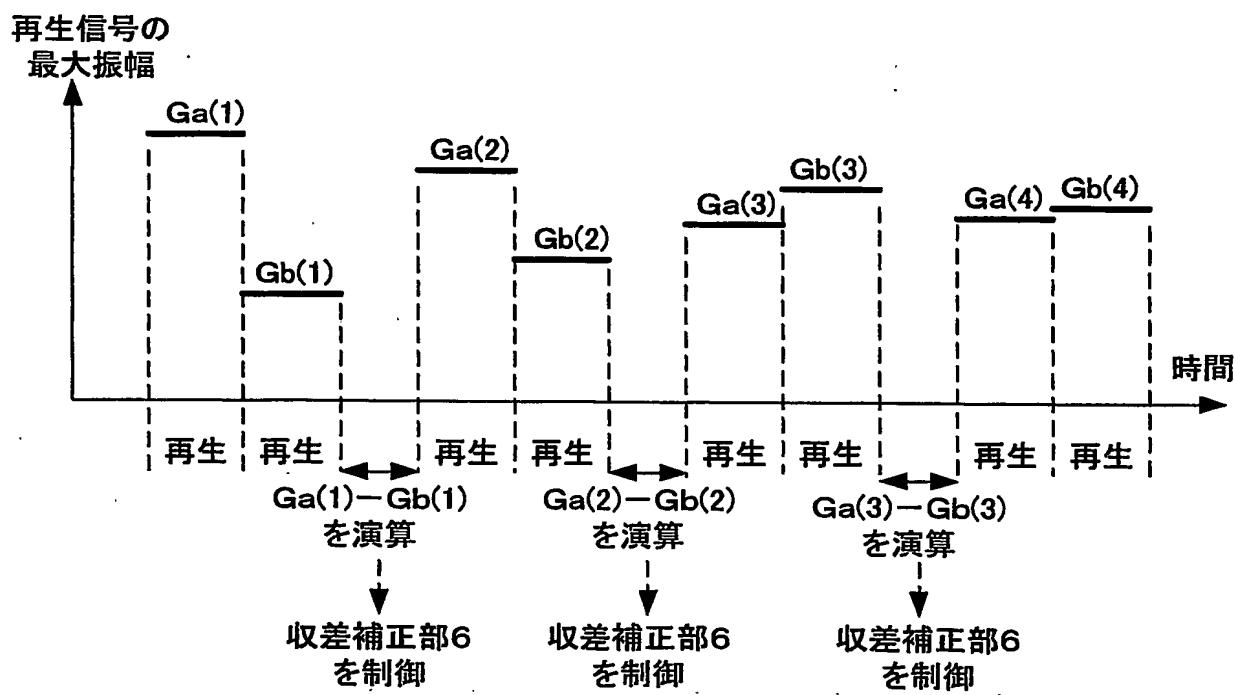


FIG.11B

11/31

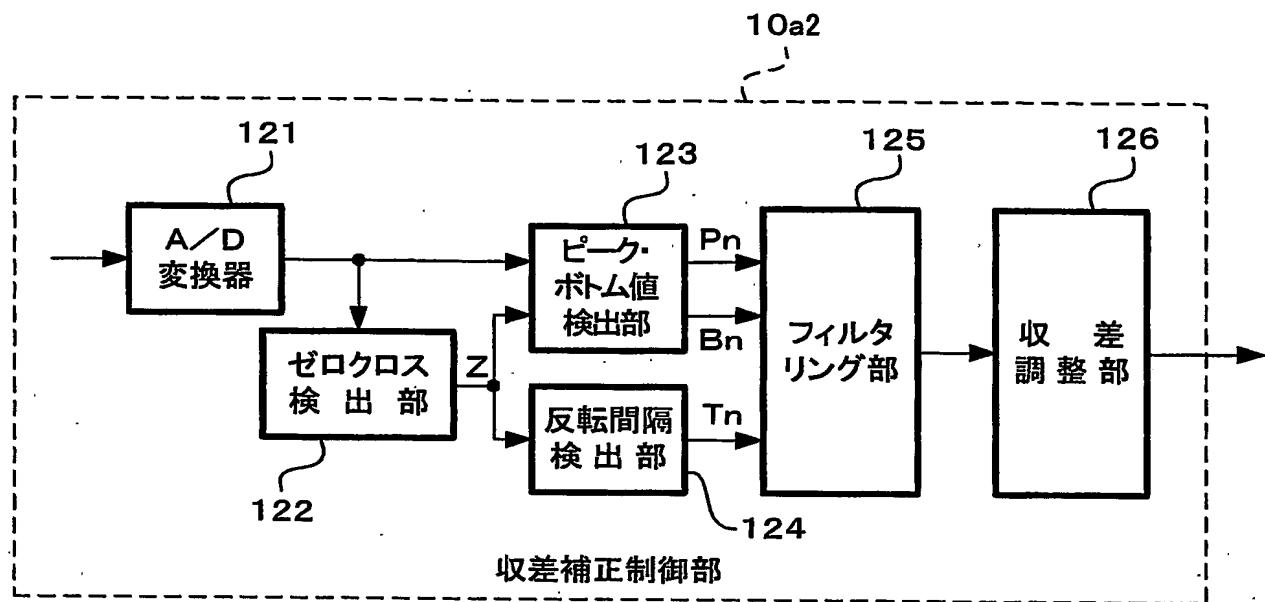


FIG.12

12/31

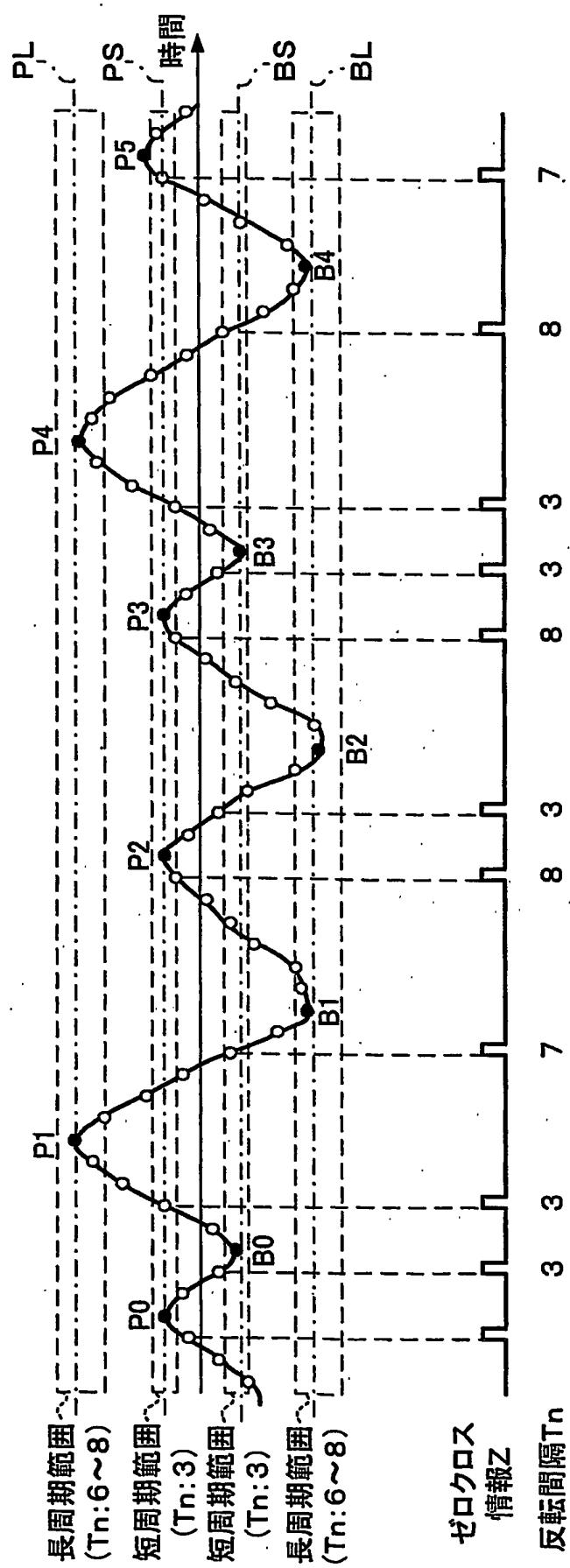


FIG.13

13/31

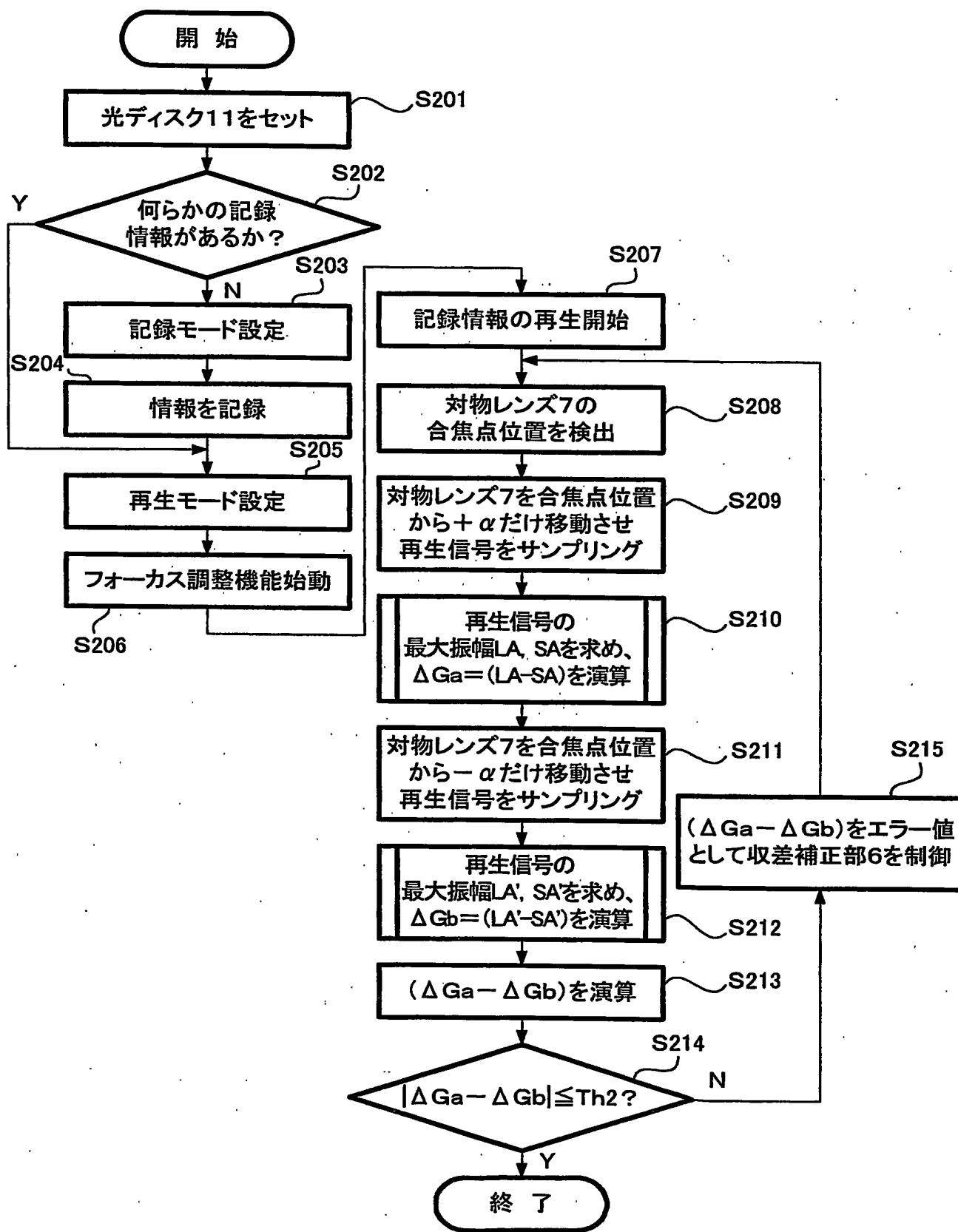


FIG.14

14/31

FIG.15A

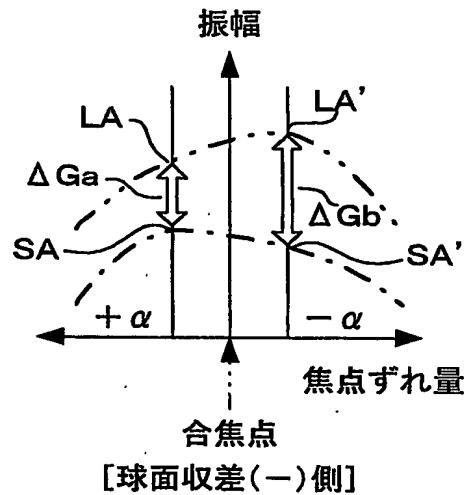


FIG.15B

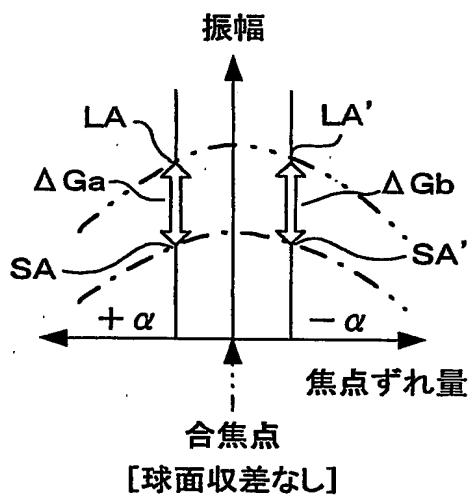
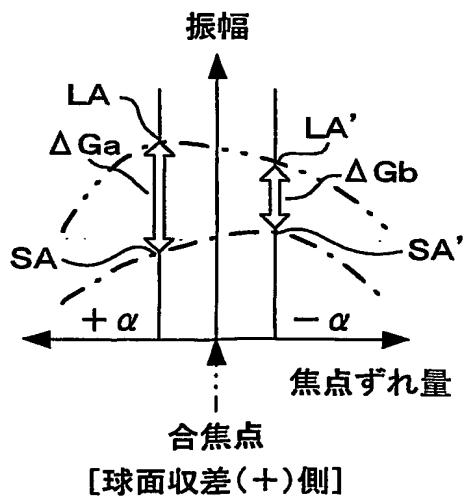


FIG.15C



15/31

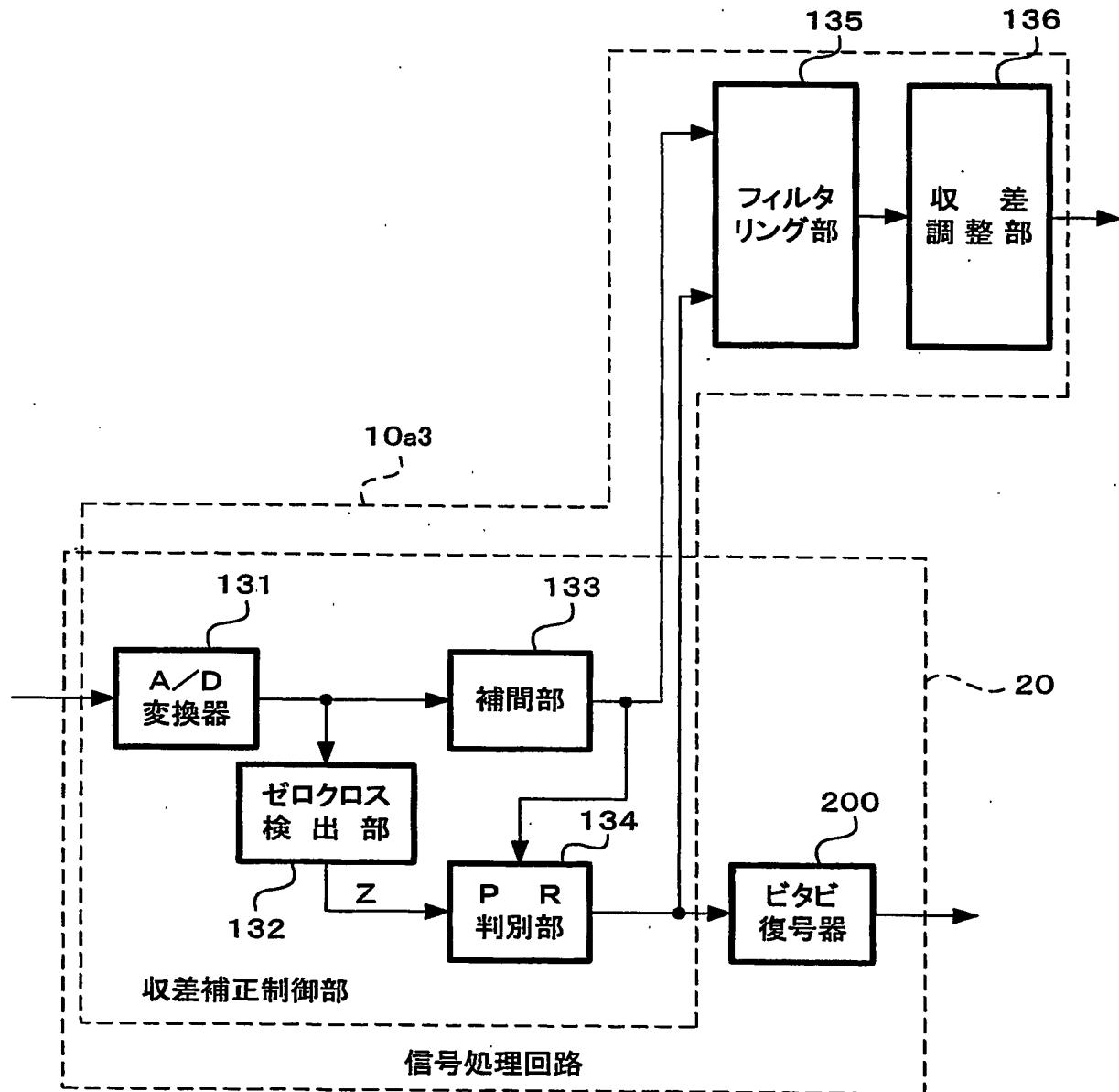


FIG.16

16/31

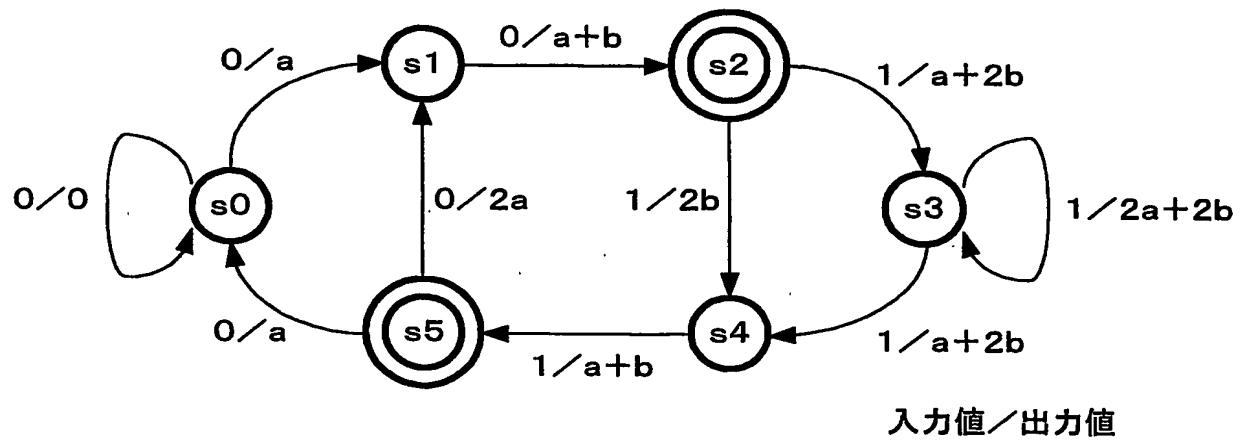


FIG.17

17/31

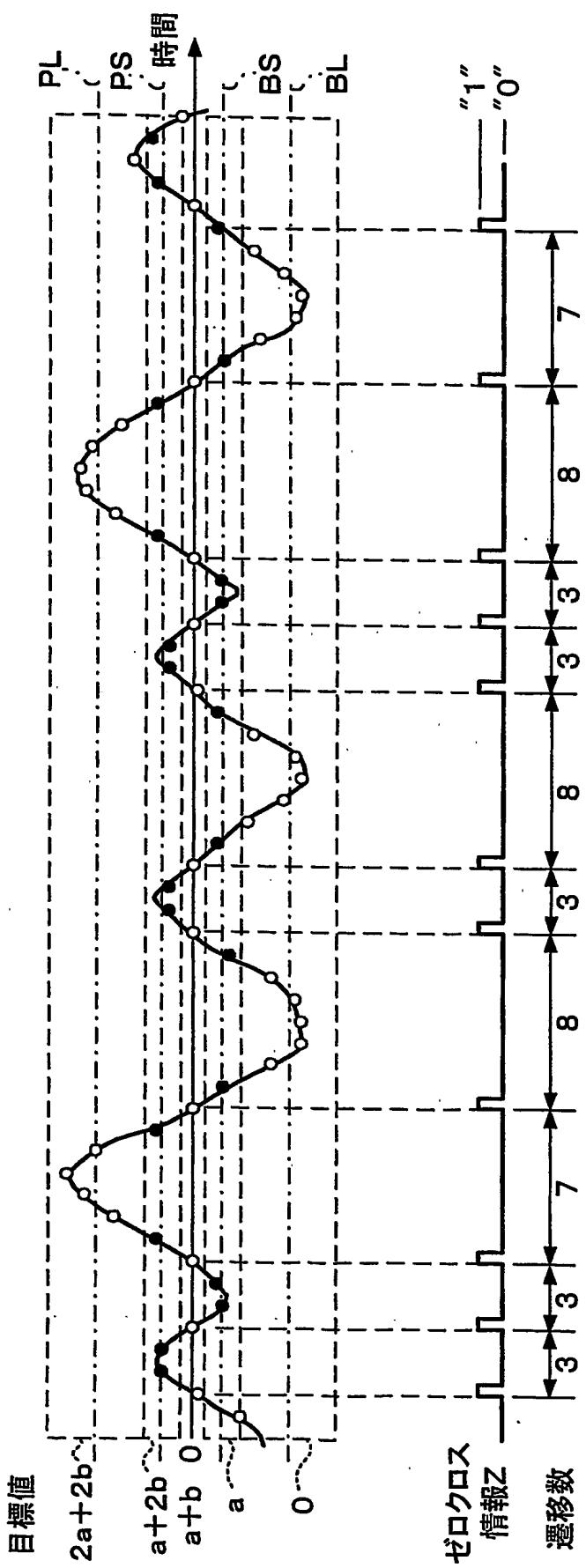


FIG.18

18/31

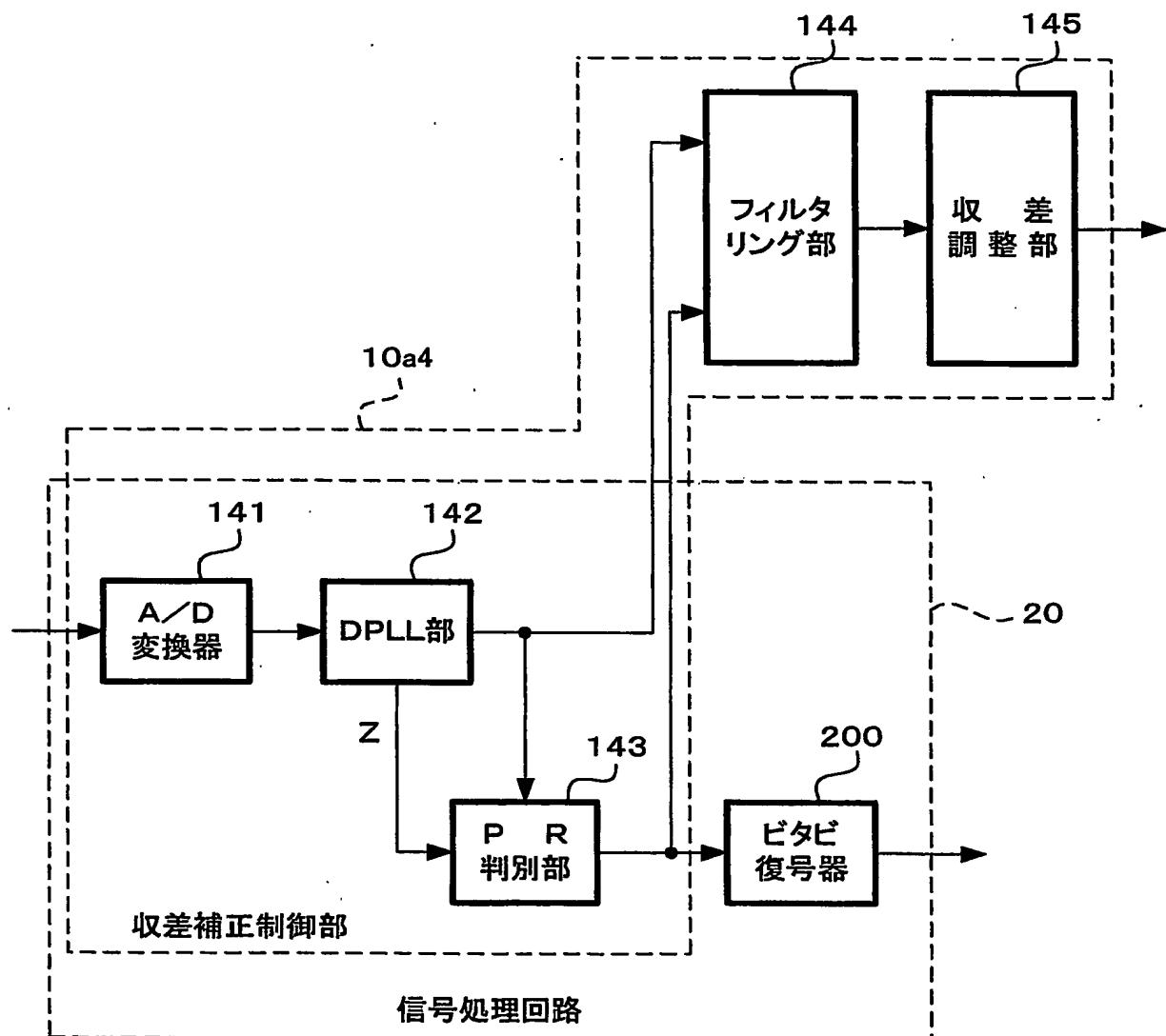


FIG.19

19/31

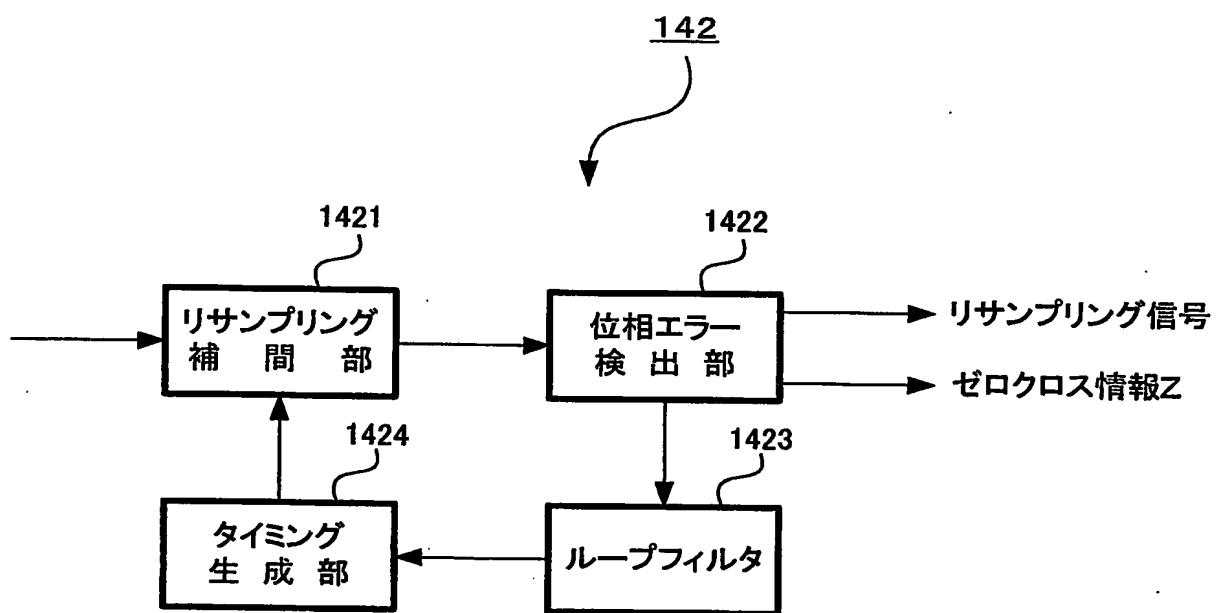


FIG.20

20/31

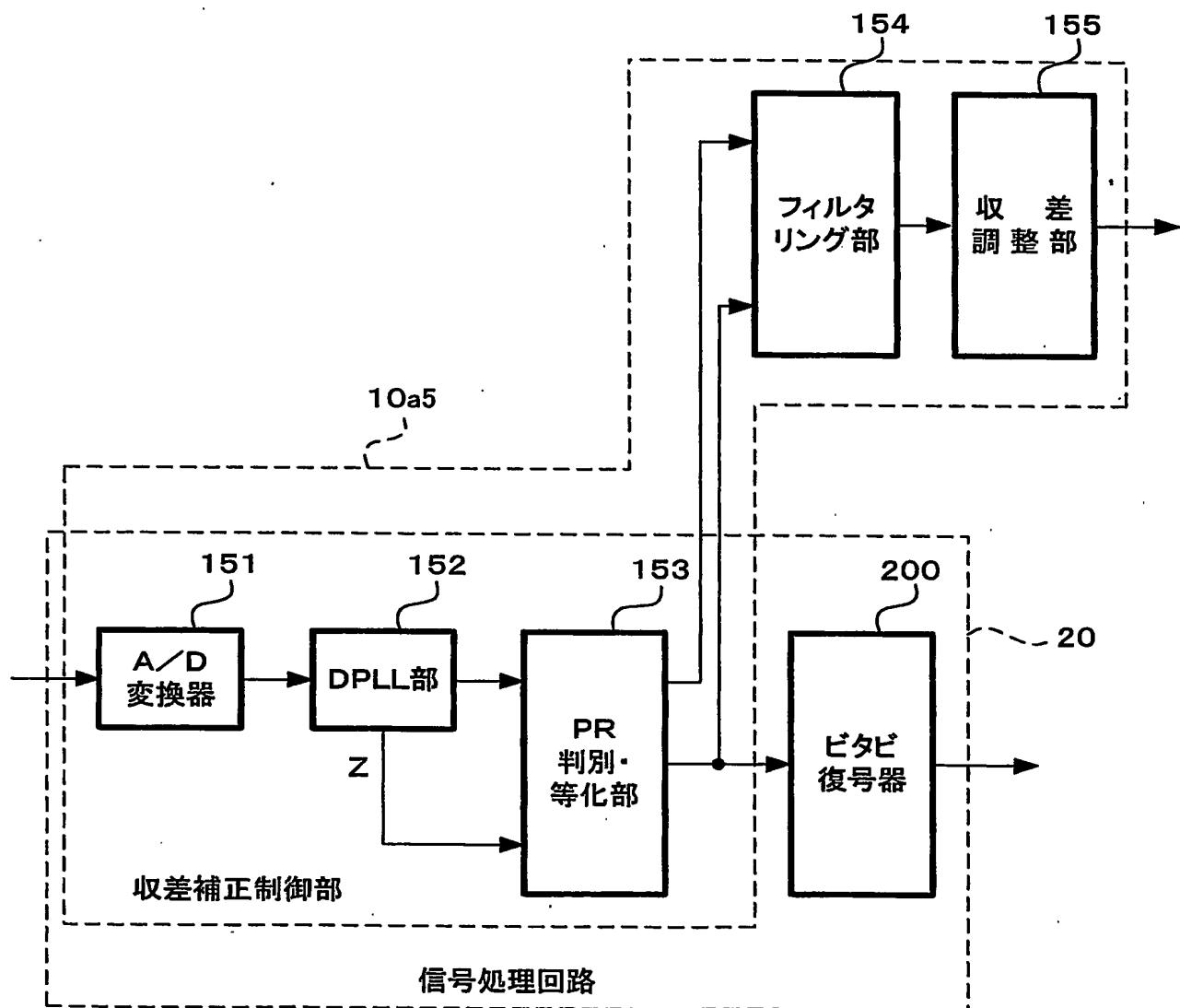


FIG.21

21/31

FIG.22A

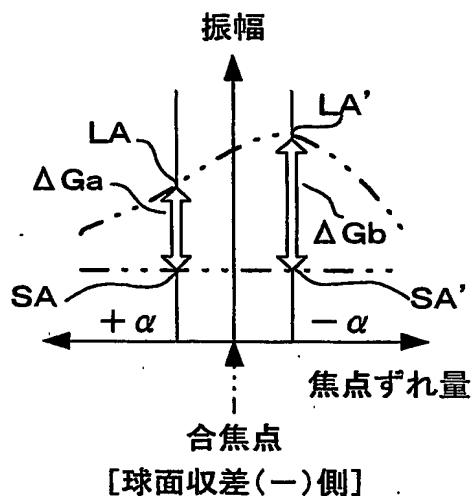


FIG.22B

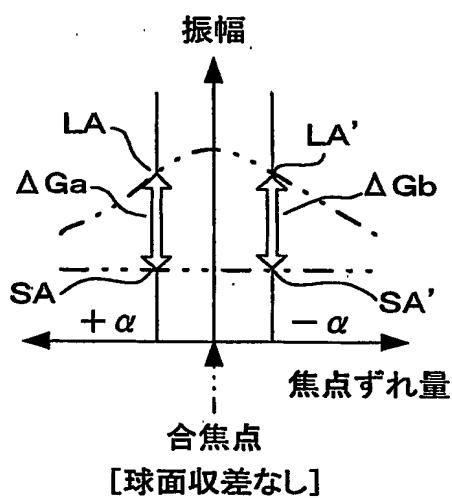
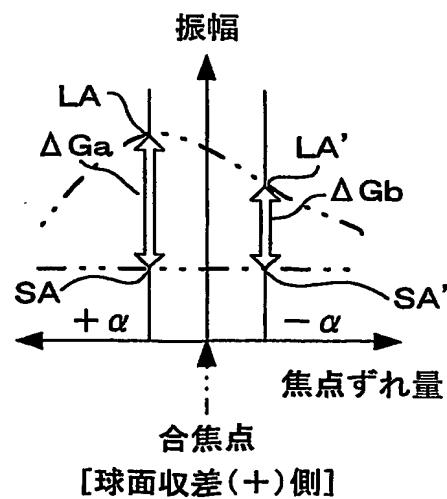


FIG.22C



22/31

FIG.23A

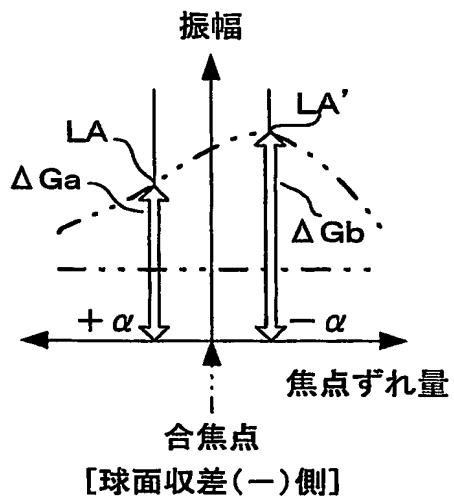


FIG.23B

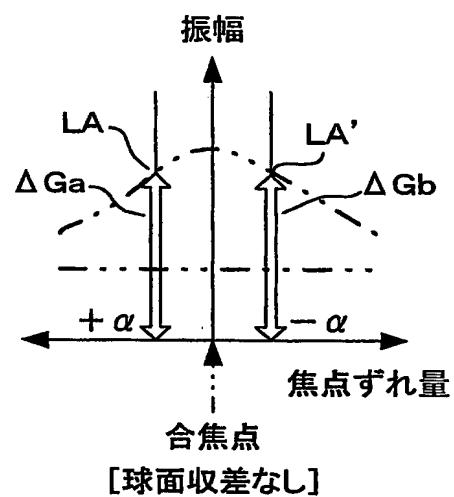
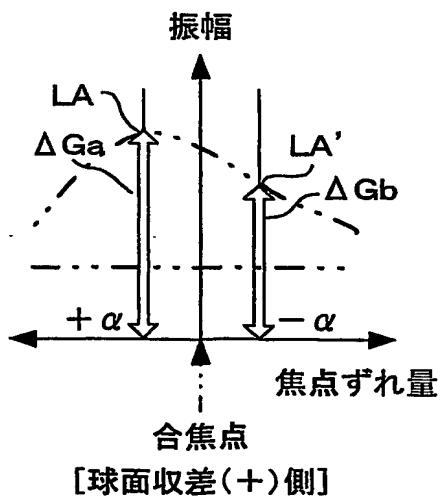


FIG.23C



23/31

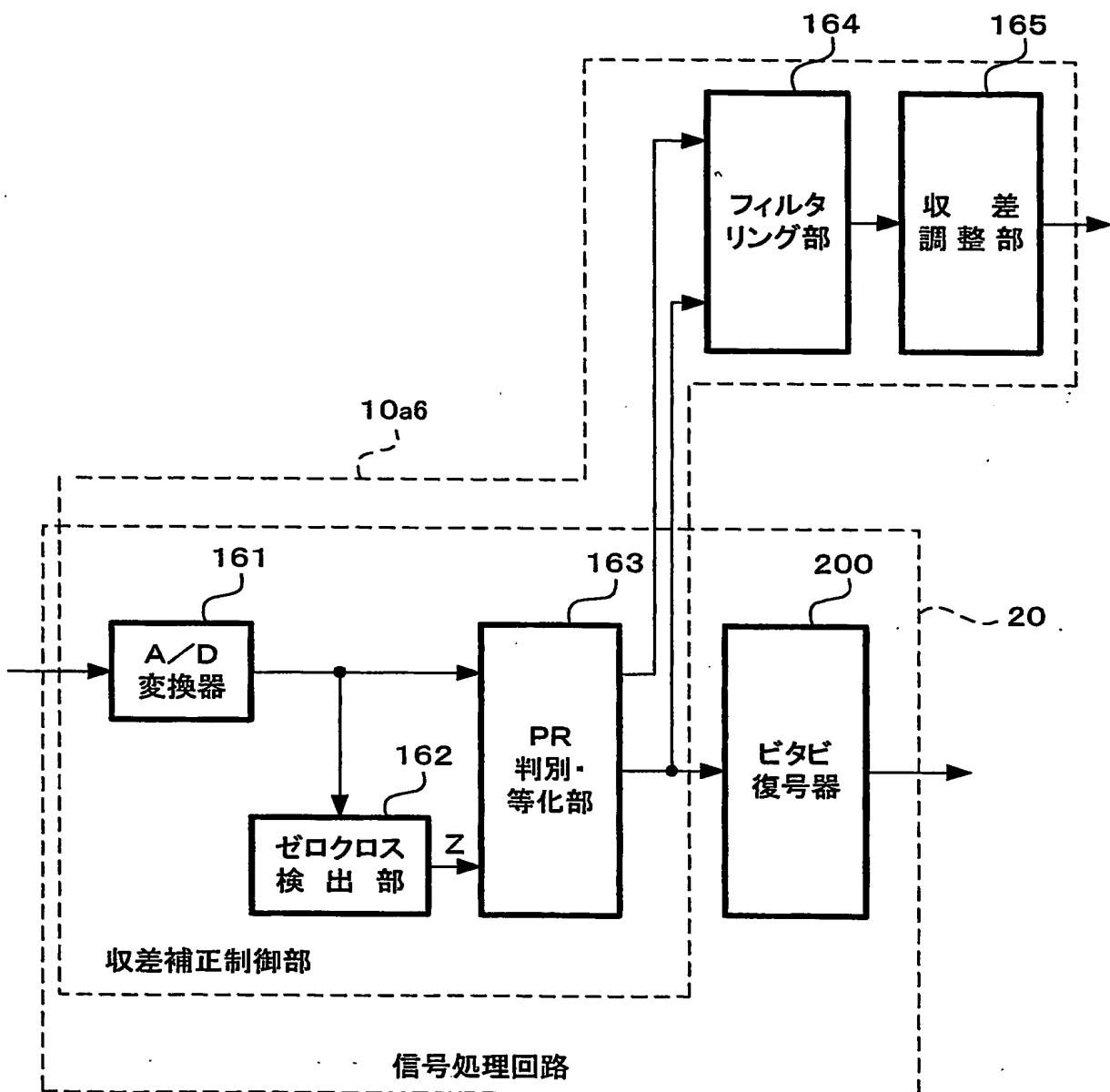


FIG.24

24/31

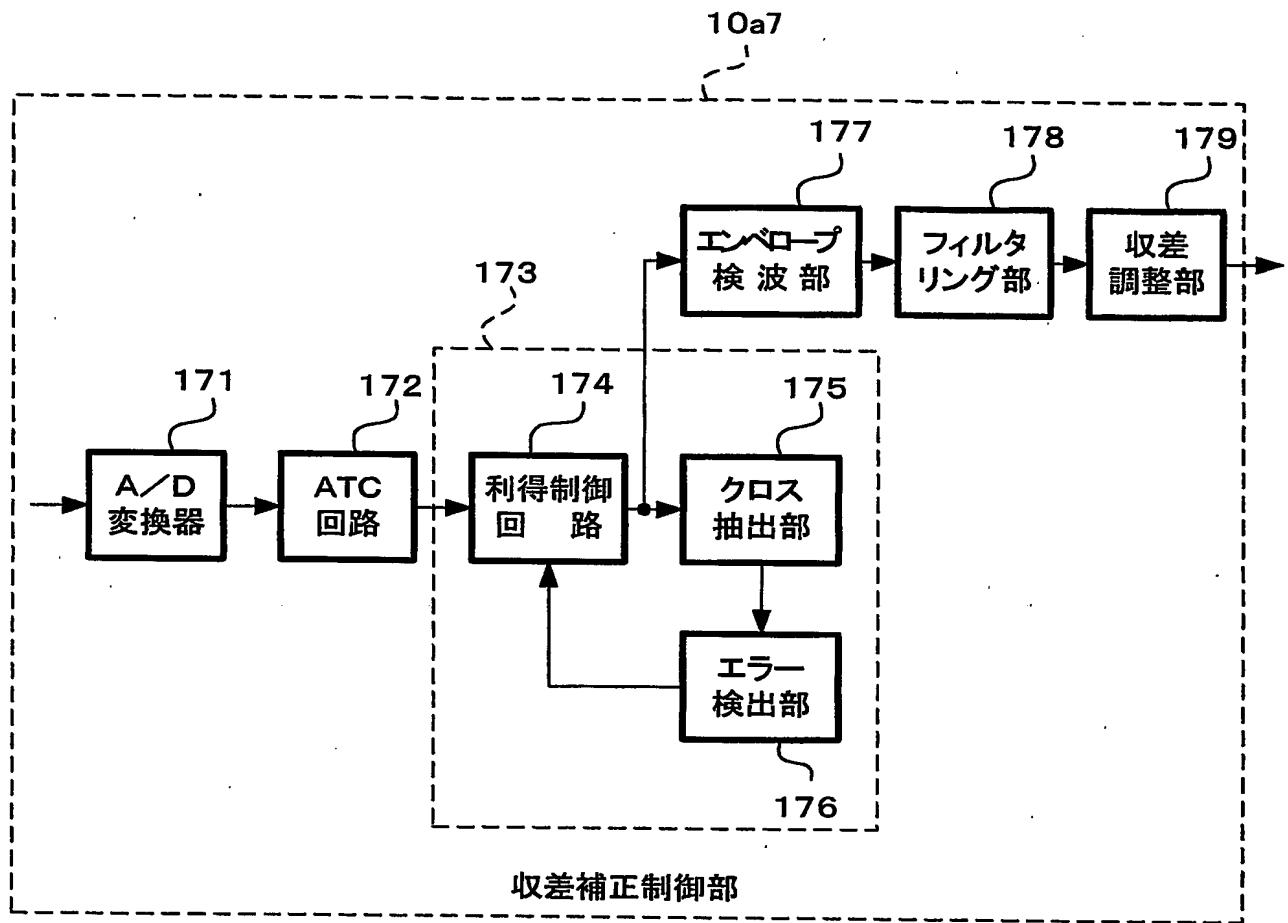


FIG.25

25/31

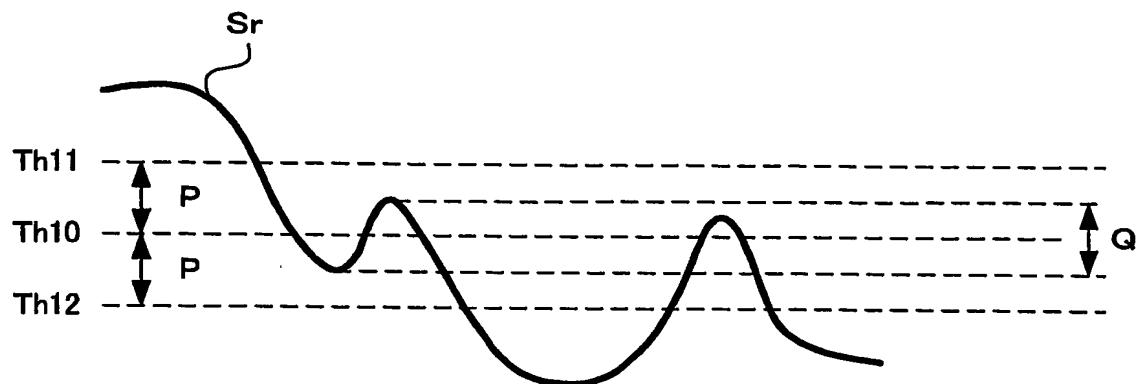


FIG.26

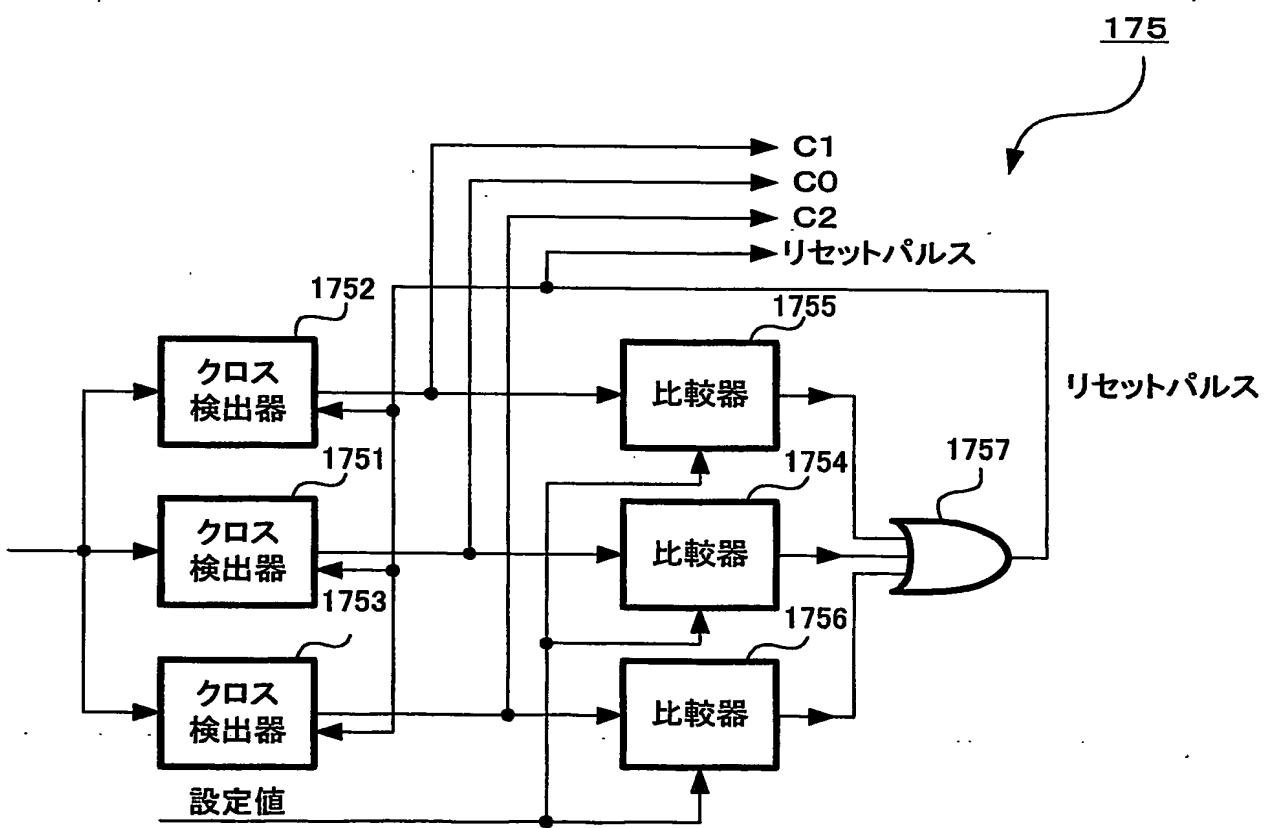


FIG.27

26/31

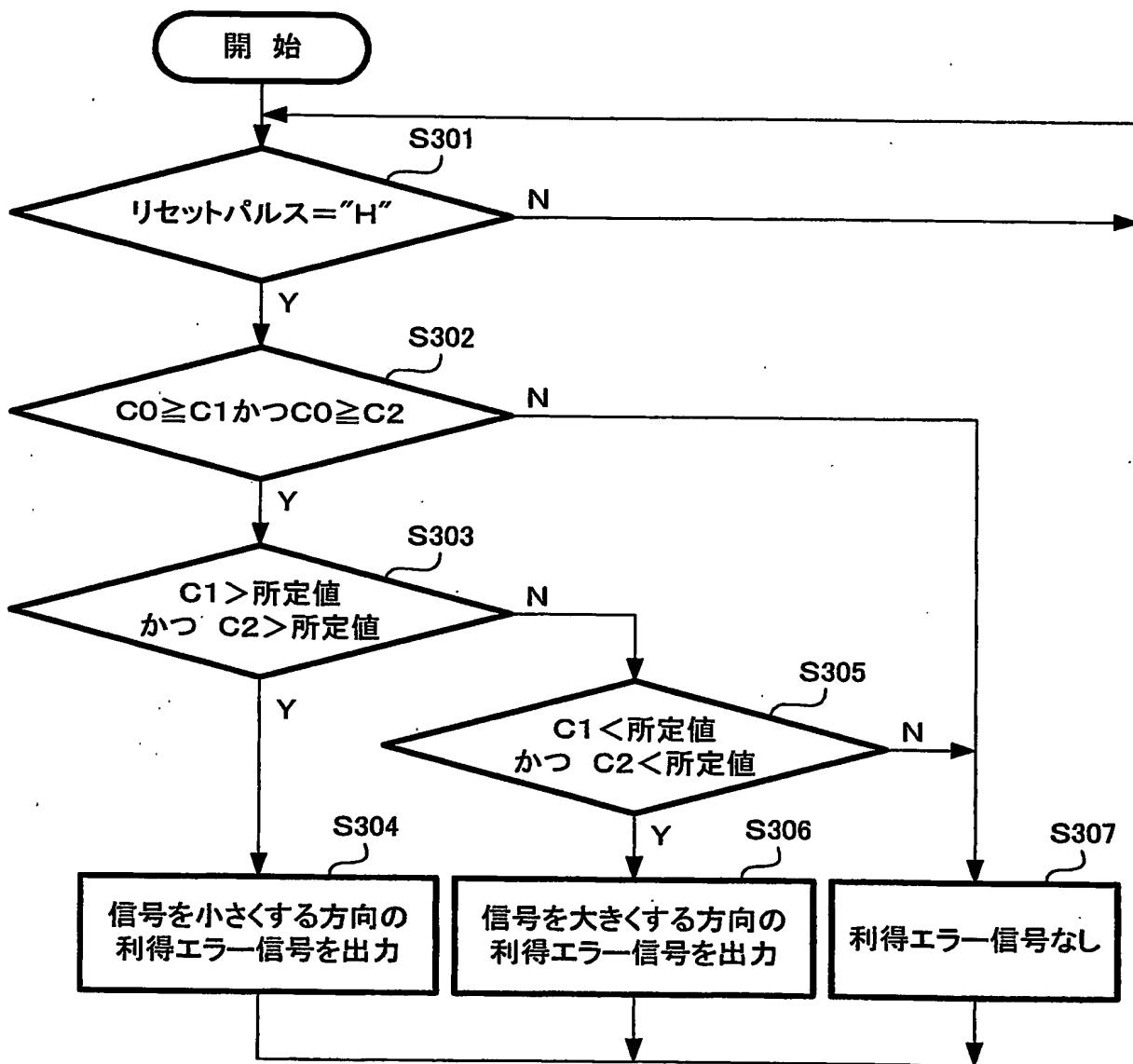


FIG.28

27/31

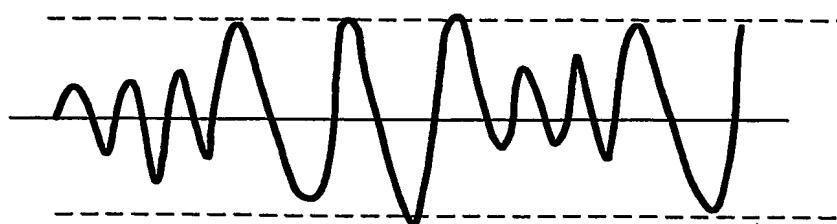


FIG.29A

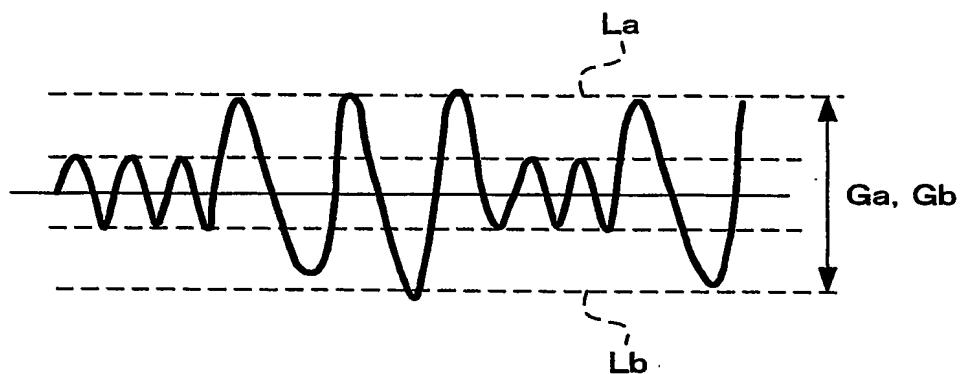


FIG.29B

28/31

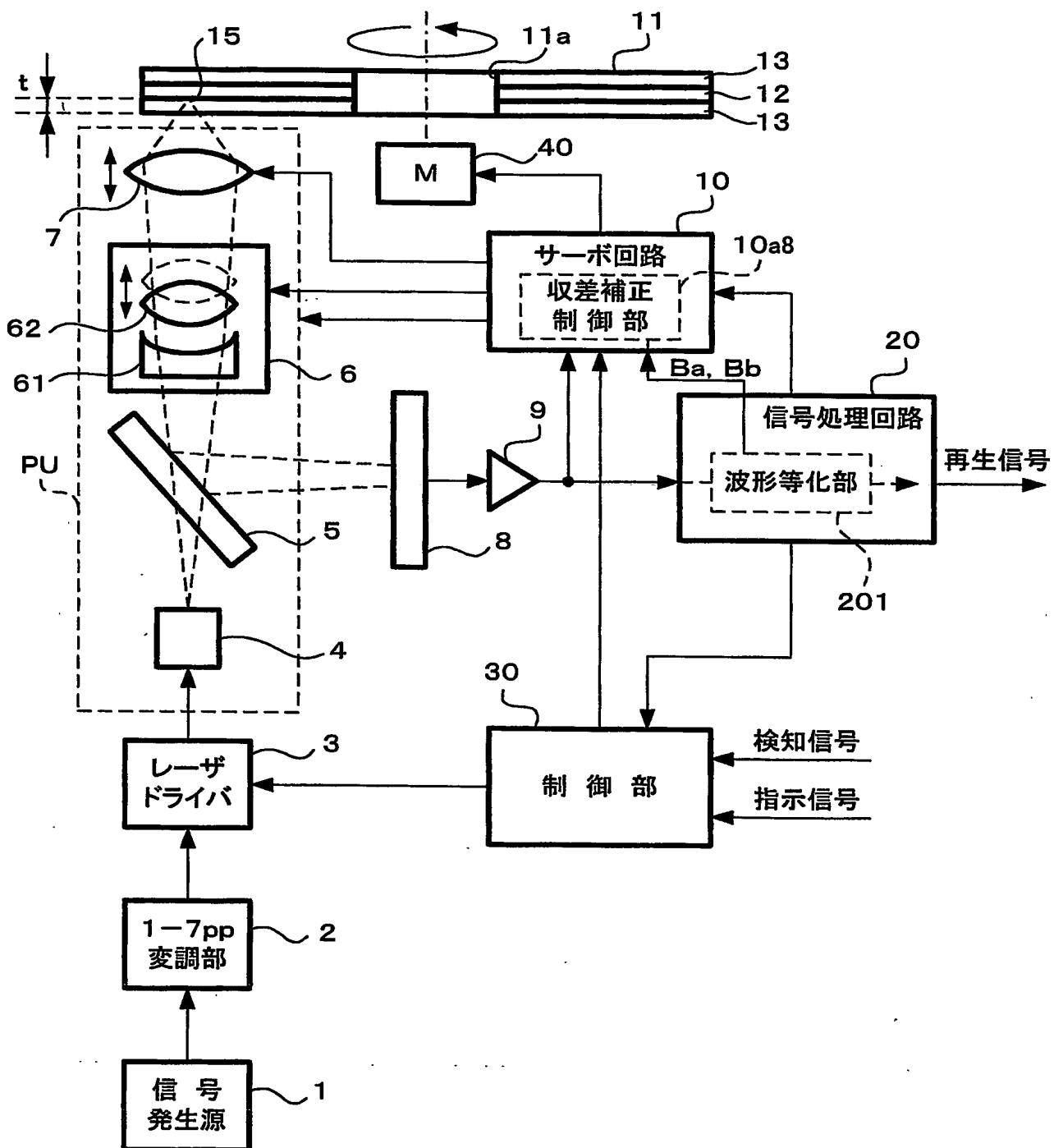


FIG.30

29/31

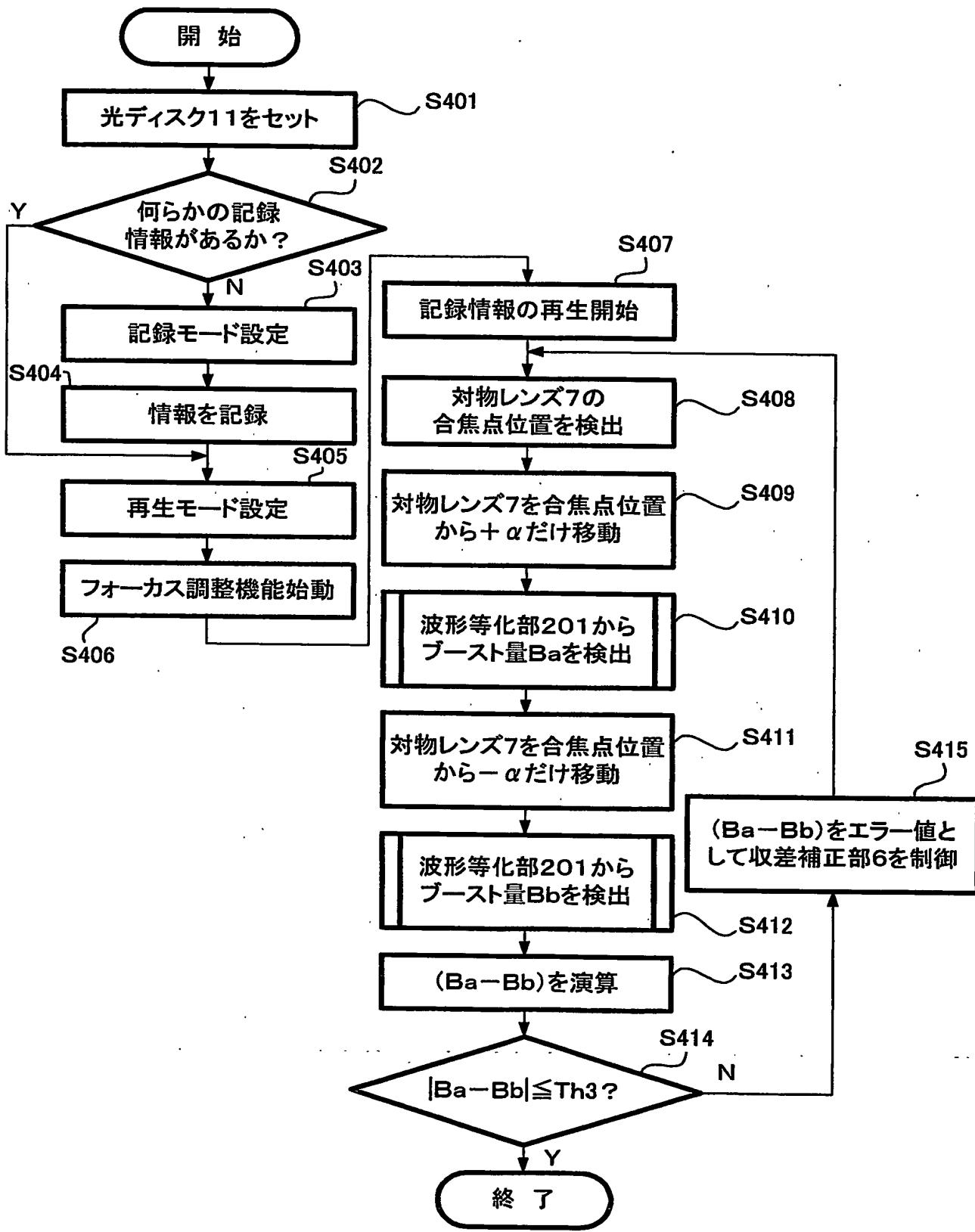


FIG.31

30/31

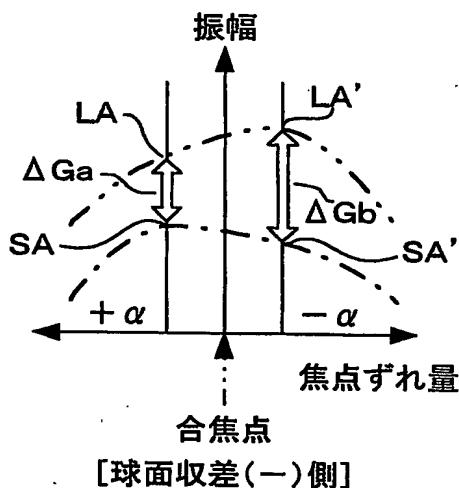


FIG.32A

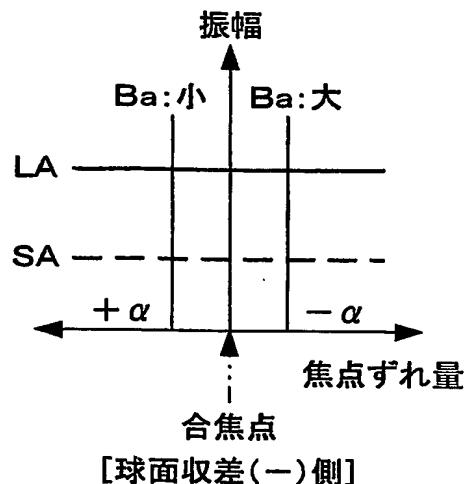


FIG.32D

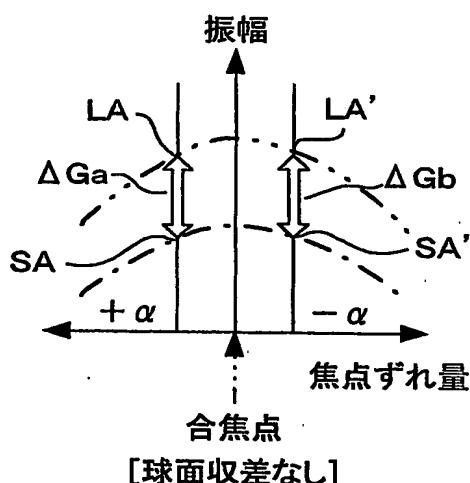


FIG.32B

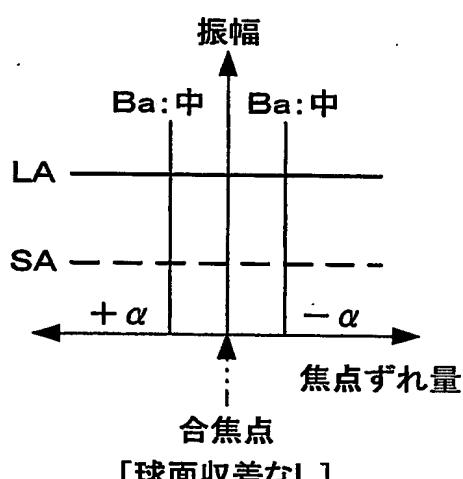


FIG.32E

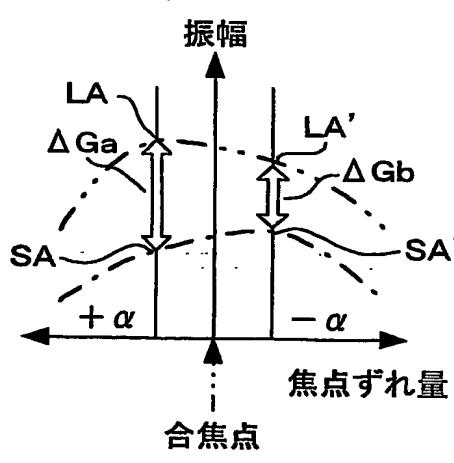


FIG.32C

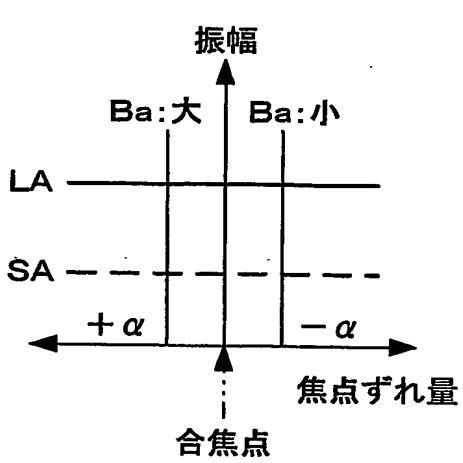


FIG.32F

31/31

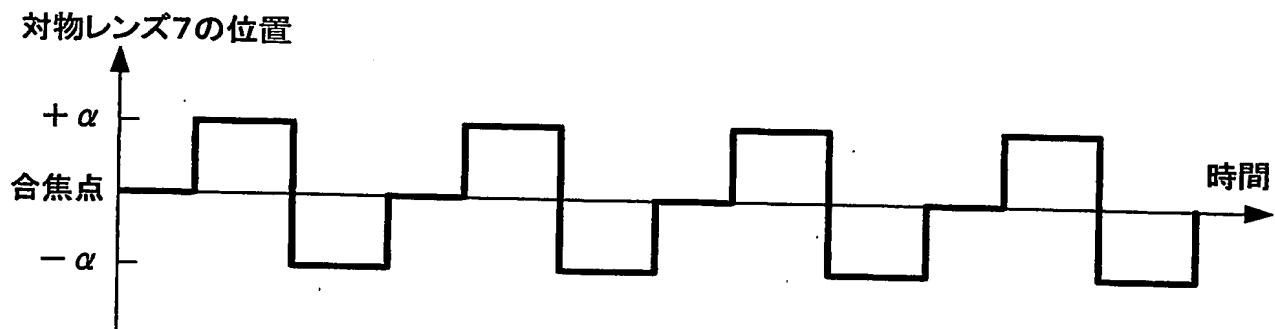


FIG.33A

ブースト量

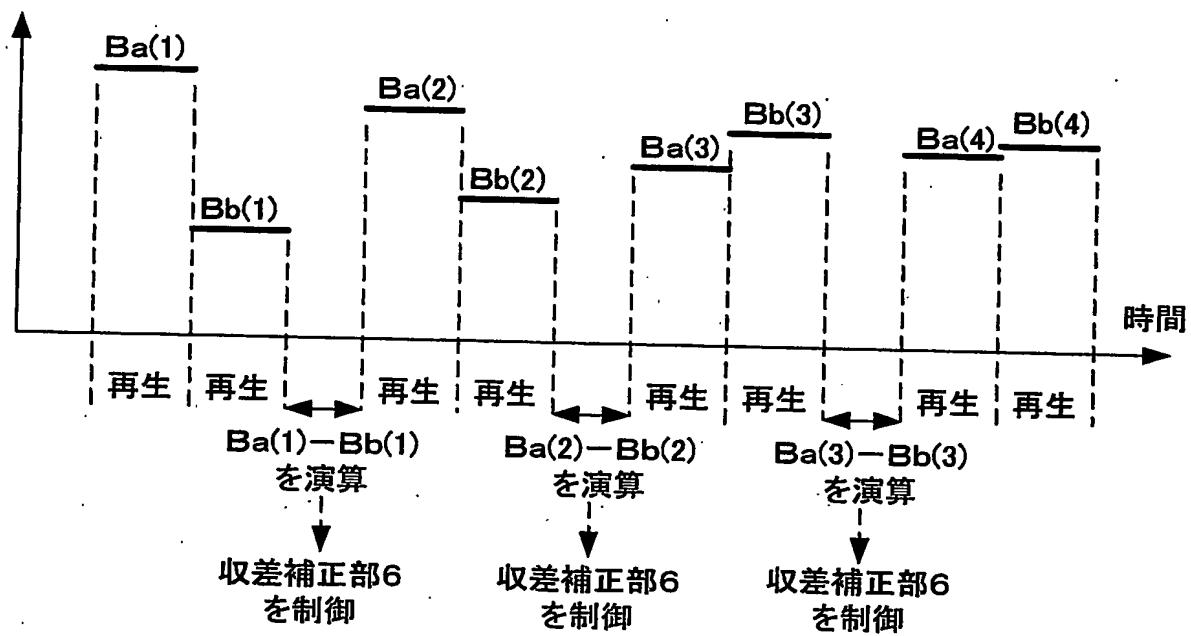


FIG.33B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15469

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G11B7/125

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G11B7/125

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-11388 A (Sony Corp.), 14 January, 2000 (14.01.00), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1-20
A	JP 2000-40237 A (Sony Corp.), 08 February, 2000 (08.02.00), Full text; Figs. 1 to 7 & CN 1244006 A & US 6324133 B1	1-20
P,A	JP 2003-196856 A (Toshiba Corp.), 11 July, 2003 (11.07.03), Full text; Figs. 1 to 11 (Family: none)	1-20

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 March, 2004 (10.03.04)

Date of mailing of the international search report
23 March, 2004 (23.03.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15469

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,A	JP 2003-233917 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 22 August, 2003 (22.08.03), Full text; Figs. 1 to 17 (Family: none)	1-20

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP03/15469

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(I.P.C.))

Int. C1' G11B 7/125

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(I.P.C.))

Int. C1' G11B 7/125

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 2000-11388 A (ソニー株式会社) 2000. 01. 14 全文、図1-8 (ファミリーなし)	1-20
A	J P 2000-40237 A (ソニー株式会社) 2000. 02. 08 全文、図1-7 & CN 1244006 A & US 6324133 B1	1-20

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上との文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.03.2004

国際調査報告の発送日

23.3.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

五賀 昭一

5D 9368

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

C(続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, A	JP 2003-196856 A (株式会社東芝) 2003.07.11 全文, 図1-11 (ファミリーなし)	1-20
P, A	JP 2003-233917 A (松下電器産業株式会社) 2003.08.22 全文, 図1-17 (ファミリーなし)	1-20